EtherCAT für Motorcontroller CMMP-AS

FESTO

Beschreibung

EtherCAT
CMMP-AS

Beschreibung
570 923
de 0912NH
[749 127]

Original ..... de

Ausgabe ..... de 0912NH

Bezeichnung ..... P.BE-CMMX-EC-SW-DE

Bestell-Nr. 570 923

© Festo AG & Co. KG, D-73726 Esslingen, 2009
Internet: http://www.festo.com
E-Mail: service_international@festo.com

Weitergabe sowie Vervielfältigung dieses Dokuments, Verwertung und Mitteilung seines Inhalts verboten, soweit nicht ausdrücklich gestattet. Zuwiderhandlungen verpflichten zu Schadenersatz. Alle Rechte für den Fall der Patent-, Gebrauchsmuster- oder Geschmacksmustereintragung vorbehalten.

Adobe und Reader sind Marken oder eingetragene Marken von Adobe Systems Incorporated in den USA und/oder anderen Ländern.

Beckhoff und EtherCAT sind Warenzeichen der jeweiligen Inhaber in bestimmten Ländern.

Inhaltsverzeichnis

Bestimmungsgemäße Verwendung VII
Sicherheitshinweise VIII
Zielgruppe IX
Service IX
Lieferumfang IX
Wichtige Benutzerhinweise X
Dokumentation zum Motorcontroller CMMP-AS XII
Informationen zur Version XIII
Begriffe und Abkürzungen XIV

1. Sicherheitshinweise für elektrische Antriebe und Steuerungen 1-1

1.1 Allgemeine Hinweise 1-3
1.2 Gefahren durch falschen Gebrauch 1-6
1.3 Sicherheitshinweise 1-7
1.3.1 Allgemeine Sicherheitshinweise 1-7
1.3.2 Sicherheitshinweise bei Montage und Wartung 1-10
1.3.3 Schutz gegen Berühren elektrischer Teile 1-13
1.3.4 Schutz durch Schutzkleinspannung (PELV) gegen elektrischen Schlag .. 1-15
1.3.5 Schutz vor gefährlichen Bewegungen 1-16
1.3.6 Schutz gegen Berühren heißer Teile 1-17
1.3.7 Schutz bei Handhabung und Montage 1-18

2. Übersicht 2-1

2.1 CANopen 2-3
2.2 EtherCAT 2-5
2.3 EtherCAT-Protokoll 2-10
2.4 EtherCAT-Interface CAMC-EC 2-11
2.5 XML-Beschreibungsdatei 2-13

3. Montage 3-1

3.1 Einbau des EtherCAT-Interface in den Controller 3-3

4. Installation 4-1

4.1 Steckerbelegung und Kabelspezifikationen 4-3
4.1.1 Ausführung der Steckverbinder X1 und X2 4-3
4.1.2 Belegung der Steckverbinder X1 und X2 4-3
4.1.3 Art und Ausführung des Kabels 4-4
4.1.4 Pin-Anordnung bei X1 und X2 4-5
4.1.5 Bus-Terminierung 4-5

5. CANopen over EtherCAT (CoE) 5-1

5.1 CANopen-Kommunikationsschnittstelle 5-3
5.1.1 Konfiguration der Kommunikationsschnittstelle 5-4
5.1.2 Neue und geänderte CANopen-Kommunikationsobjekte unter CoE 5-8
5.1.3 Nicht unterstützte CANopen-Kommunikationsobjekte unter CoE . 5-20
5.2 FHPP-Profil 5-22
5.3 Kommunikations-Zustandsmaschine 5-27
5.3.1 Unterschiede zwischen den Zustandsmaschinen von CANopen und EtherCAT 5-30
5.4 SDO-Frame 5-31
5.5 PDO-Frame 5-33
5.6 Error Control 5-36
5.7 Emergency Frame 5-37
5.8 Anpassung der XML-Gerätebeschreibungsdatei 5-38
5.8.1 Grundsätzlicher Aufbau der Gerätebeschreibungsdatei 5-39
5.8.2 Receive-PDO-Konfiguration im Knoten RxPDO 5-41
5.8.3 Transmit-PDO-Konfiguration im Knoten TxPDO 5-43
5.8.4 Initialisierungskommandos über den Knoten ”Mailbox” 5-44
5.9 Synchronisation (Distributed Clocks) 5-46

6. Inbetriebnahme 6-1

6.1 Einführung 6-3
6.2 Voraussetzungen 6-4
6.3 Wichtiger Hinweis 6-5
6.4 Schritt für Schritt 6-6
6.4.1 Konfiguration mit FCT 6-6
6.5 Konfiguration an einer Beckhoff-SPS 6-9
6.5.1 Konfiguration der Prozessdaten 6-13

7. Servicefunktionen und Störungsmeldungen 7-1

7.1 Betriebsart- und Störungsmeldungen 7-3
7.1.1 Fehlermeldungen 7-3

A. Technischer Anhang A-1

A.1 Technische Daten A-3

Bestimmungsgemäße Verwendung

Dieses Handbuch dient zum sicheren Arbeiten mit dem Feldbussystem EtherCAT für den Motorcontroller CMMP-AS. Es darf nur in Verbindung mit dem Produkthandbuch P.BE-CMMP-AS... verwendet werden.

Der Motorcontroller CMMP-AS und die anschließbaren Module und Leitungen dürfen nur folgendermaßen benutzt werden:

– bestimmungsgemäß
– nur im Industriebereich
– in technisch einwandfreiem Zustand
– im Originalzustand ohne eigenmächtige Veränderungen (zugelassen sind die in der produktbegleitenden Dokumentation beschriebenen Umbauten oder Veränderungen).

- Beachten Sie die Sicherheitshinweise und den bestimmungsgemäßen Gebrauch in der Dokumentation aller Baugruppen und Module.
- Beachten Sie die angegebenen Normen sowie die Vorschriften der Berufsgenossenschaften, des Technischen Überwachungsvereins, die VDE-Bestimmungen oder entsprechende nationale Bestimmungen.
- Beachten Sie die Grenzwerte aller Zusatzkomponenten (z. B. Sensoren, Aktoren).

Sicherheitshinweise

Bei der Inbetriebnahme und Programmierung von Positioniersystemen sind unbedingt die in dieser Beschreibung sowie die in den Bedienungsanleitungen zu den übrigen eingesetzten Komponenten gegebenen Sicherheitsvorschriften zu beachten.

Der Anwender hat dafür Sorge zu tragen, dass sich niemand im Einflussbereich der angeschlossenen Aktoren bzw. des Achssystems aufhält. Der mögliche Gefahrenbereich muss durch geeignete Maßnahmen wie Absperrungen und Warnhinweise gesichert werden.

Warnung
Elektrische Achsen verfahren mit großer Kraft und Geschwindigkeit. Kollisionen können zu schweren Verletzungen oder zur Zerstörung von Bauteilen führen.

- Stellen Sie sicher, dass niemand in den Einflussbereich der Achsen sowie anderer angeschlossener Aktoren greifen kann und sich keine Gegenstände im Verfahrbereich befinden, solange das System an Energiequellen angeschlossen ist.

Warnung
Fehler bei der Parametrierung können Personen- und Sachschäden verursachen.

- Geben Sie den Regler nur dann frei, wenn das Achssystem fachgerecht installiert und parametriert ist.

Zielgruppe

Diese Beschreibung wendet sich ausschließlich an ausgebildete Fachleute der Steuerungs- und Automatisierungstechnik, die Erfahrungen mit der Installation, Inbetriebnahme, Programmierung und Diagnose von Positioniersystemen besitzen.

Service

Bitte wenden Sie sich bei technischen Problemen an Ihren lokalen Festo-Service oder an folgende E-Mail-Adresse:

service_international@festo.com

Lieferumfang

Der Master konfiguriert jeden Slave mittels einer XML-Datei (”EtherCAT Device Description”).
Diese XML-Datei kann im Internet unter www.festo.com heruntergeladen werden.

Wichtige Benutzerhinweise

Gefahrenkategorien

Diese Beschreibung enthält Hinweise auf mögliche Gefahren, die bei unsachgemäßem Einsatz des Produkts auftreten können. Diese Hinweise sind mit einem Signalwort (Warnung, Vorsicht, usw.) gekennzeichnet, schattiert gedruckt und zusätzlich durch ein Piktogramm gekennzeichnet. Folgende Gefahrenhinweise werden unterschieden:

Warnung
... bedeutet, dass bei Missachten schwerer Personen- oder Sachschaden entstehen kann.

Vorsicht
... bedeutet, dass bei Missachten Personen- oder Sachschaden entstehen kann.

Hinweis
... bedeutet, dass bei Missachten Sachschaden entstehen kann.

Elektrostatisch gefährdete Bauelemente: Unsachgemäße Handhabung kann zu Beschädigungen von Bauelementen führen.

Kennzeichnung spezieller Informationen

Folgende Piktogramme kennzeichnen Textstellen, die spezielle Informationen enthalten.

Piktogramme

Information:
Empfehlungen, Tipps und Verweise auf andere Informationsquellen

Zubehör:
Angaben über notwendiges oder sinnvolles Zubehör

Umwelt:
Informationen zum umweltschonenden Einsatz der Produkte

Textkennzeichnungen

- Der Auflistungspunkt kennzeichnet Tätigkeiten, die in beliebiger Reihenfolge durchgeführt werden können.

1. Ziffern kennzeichnen Tätigkeiten, die in der angegebenen Reihenfolge durchzuführen sind.

– Spiegelstriche kennzeichnen allgemeine Aufzählungen.

Dokumentation zum Motorcontroller CMMP-AS

Dieses Handbuch dient zum sicheren Arbeiten mit dem Feldbussystem **EtherCAT** für den Motorcontroller CMMP-AS.

Weitergehende Informationen finden sich in folgenden Handbüchern zur CMMP-Produktfamilie:

Name	Typcode	Inhalt
CANopen-Handbuch	P.BE-CMMP-CO-SW...	Beschreibung des implementierten CANopen-Protokolls gemäß CiA 402 und 301.
FHPP-Handbuch	P.BE-CMM-FHPP-SW**...**	Beschreibung des implementierten FHPP-Datenprofils
Produkthandbuch	P.BE-CMMP-AS...	Beschreibung der technischen Daten und der Gerätefunktionalität sowie Hinweise zur Installation und zum Betrieb des Motorcontrollers CMMP-AS.

Informationen zur Version

Die in diesem Handbuch aufgeführten Informationen beziehen sich auf folgende Hardwarevariante und Firmwareversion des Motorcontrollers CMMP-AS und auf folgende Version der Parametriersoftware FCT (Festo Configuration Tool):

Firmware	Hardware	Parametriersoftware	Bemerkung
3.5.1501.3	ab V 1.0	ab V 1.2	

Der Motorcontroller CMMP-AS verfügt über einen FLASH-Programmspeicher, der ein Update der Betriebssoftware (Firmware) des Motorcontrollers CMMP-AS auch nach Auslieferung und Einbau in die Maschine ermöglicht. Die Betriebssoftware des Motorcontrollers CMMP-AS wird vom Hersteller kontinuierlich weiterentwickelt und erweitert, um einer möglichst breiten Palette von Kundenanforderungen gerecht zu werden.

Begriffe und Abkürzungen

Begriff / Abkürzung	Bedeutung
ASIC	Application Specific Integrated Circuit
CiA	CAN in Automation
CoE	CANopen over EtherCAT
DS	Draft Standard
ETG	EtherCAT Technology Group
EtherCAT	Ethernet for Controller and Automation Technology
ESC	EtherCAT Slave Controller
FCT	Festo Configuration Tool
FHPP	Festo Profil für Handhaben und Positionieren
FPGA	Field Programmable Gate Array
FW	Firmware
IEC	International Electrotechnical Commission
PDI	Process Data Interface

Tab. 0/1: Begriffs- und Abkürzungsverzeichnis

Sicherheitshinweise für elektrische Antriebe und Steuerungen

Kapitel 1

Inhaltsverzeichnis

1. Sicherheitshinweise für elektrische Antriebe und Steuerungen 1-1

1.1 Allgemeine Hinweise 1-2
1.2 Gefahren durch falschen Gebrauch 1-5
1.3 Sicherheitshinweise 1-6
1.3.1 Allgemeine Sicherheitshinweise 1-6
1.3.2 Sicherheitshinweise bei Montage und Wartung 1-9
1.3.3 Schutz gegen Berühren elektrischer Teile 1-12
1.3.4 Schutz durch Schutzkleinspannung (PELV) gegen elektrischen Schlag .. 1-14
1.3.5 Schutz vor gefährlichen Bewegungen 1-15
1.3.6 Schutz gegen Berühren heißer Teile 1-16
1.3.7 Schutz bei Handhabung und Montage 1-17

1.1 Allgemeine Hinweise

Bei Schäden infolge von Nichtbeachtung der Warnhinweise in dieser Betriebsanleitung übernimmt die Festo AG & Co.KG keine Haftung.

Hinweis
Vor der Inbetriebnahme sind alle Sicherheitshinweise für elektrische Antriebe und Steuerungen durchzulesen.

Wenn die Dokumentation in der vorliegenden Sprache nicht einwandfrei verstanden wird, bitte beim Lieferant anfragen und diesen informieren.

Der einwandfreie und sichere Betrieb des Motorcontrollers setzt den sachgemäßen und fachgerechten Transport, die Lagerung, die Montage und die Installation sowie die sorgfältige Bedienung und die Instandhaltung voraus.

Hinweis
Für den Umgang mit elektrischen Anlagen ist ausschließlich ausgebildetes und qualifiziertes Personal einzusetzen.

Ausgebildetes und qualifiziertes Personal

im Sinne dieses Produkthandbuches bzw. der Warnhinweise auf dem Produkt selbst sind Personen, die mit der Aufstellung, der Montage, der Inbetriebsetzung und dem Betrieb des Produktes sowie mit allen Warnungen und Vorsichtsmaßnahmen gemäß dieser Betriebsanleitung in diesem Produkthandbuch ausreichend vertraut sind und über die ihrer Tätigkeit entsprechenden Qualifikationen verfügen:

– Ausbildung und Unterweisung bzw. Berechtigung, Geräte/Systeme gemäß den Standards der Sicherheitstechnik ein- und auszuschalten, zu erden und gemäß den Arbeitsanforderungen zweckmäßig zu kennzeichnen.

– Ausbildung oder Unterweisung gemäß den Standards der Sicherheitstechnik in Pflege und Gebrauch angemessener Sicherheitsausrüstung.

– Schulung in Erster Hilfe.

Die nachfolgenden Hinweise sind vor der ersten Inbetriebnahme der Anlage zur Vermeidung von Körperverletzungen und/oder Sachschäden zu lesen:

Diese Sicherheitshinweise sind jederzeit einzuhalten.

Versuchen Sie nicht, den Motorcontroller zu installieren oder in Betrieb zu nehmen, bevor Sie nicht alle Sicherheitshinweise für elektrische Antriebe und Steuerungen in diesem Dokument sorgfältig durchgelesen haben.
Diese Sicherheitsinstruktionen und alle anderen Benutzerhinweise sind vor jeder Arbeit mit dem Motorcontroller durchzulesen.

Sollten Ihnen keine Benutzerhinweise für den Motorcontroller zur Verfügung stehen, wenden Sie sich an Ihren zuständigen Vertriebsrepräsentanten.
Verlangen Sie die unverzügliche Übersendung dieser Unterlagen an den oder die Verantwortlichen für den sicheren Betrieb des Motorcontrollers.

Bei Verkauf, Verleih und/oder anderweitiger Weitergabe des Motorcontrollers sind diese Sicherheitshinweise ebenfalls mitzugeben.

Ein Öffnen des Motorcontrollers durch den Betreiber ist aus Sicherheits- und Gewährleistungsgründen nicht zulässig.

Die Voraussetzung für eine einwandfreie Funktion des Motorcontrollers ist eine fachgerechte Projektierung!

Warnung
Unsachgemäßer Umgang mit dem Motorcontroller und Nichtbeachten der hier angegebenen Warnhinweise sowie unsachgemäße Eingriffe in die Sicherheitseinrichtung können zu **Sachschaden, Körperverletzung, elektrischem Schlag oder im Extremfall zum Tod** führen.

1.2 Gefahren durch falschen Gebrauch

Warnung
Hohe elektrische Spannung und hoher Arbeitsstrom!
Lebensgefahr oder schwere Körperverletzung durch elektrischen Schlag!

Warnung
Hohe elektrische Spannung durch falschen Anschluss!
Lebensgefahr oder Körperverletzung durch elektrischen Schlag!

Warnung
Heiße Oberflächen auf Gerätegehäuse möglich!
Verletzungsgefahr! Verbrennungsgefahr!

Warnung
Gefahrbringende Bewegungen!
Lebensgefahr, schwere Körperverletzung oder Sachschaden durch unbeabsichtigte Bewegungen der Motoren!

1.3 Sicherheitshinweise

1.3.1 Allgemeine Sicherheitshinweise

Warnung
Der Motorcontroller entspricht der Schutzklasse IP20, sowie der Verschmutzungsklasse 1.

Es ist darauf zu achten, dass die Umgebung dieser Schutz- bzw. Verschmutzungsklasse entspricht.

Warnung
Nur vom Hersteller zugelassene Zubehör- und Ersatzteile verwenden.

Warnung
Die Motorcontroller müssen entsprechend den EN-Normen und VDE-Vorschriften so an das Netz angeschlossen werden, dass sie mit geeigneten Freischaltmitteln (z.B. Hauptschalter, Schütz, Leistungsschalter) vom Netz getrennt werden können.

Der Motorcontroller kann mit einem allstromsensitiven FI-Schutzschalter (RCD = Residual Current protective Device) 300 mA abgesichert werden.

Warnung
Zum Schalten der Steuerkontakte sollten vergoldete Kontakte oder Kontakte mit hohem Kontaktdruck verwendet werden.

Vorsorglich müssen Entstörungsmaßnahmen für Schaltanlagen getroffen werden, wie z.B. Schütze und Relais mit RC-Gliedern bzw. Dioden beschalten.

Es sind die Sicherheitsvorschriften und -bestimmungen des Landes, in dem das Gerät zur Anwendung kommt, zu beachten.

Warnung
Die in der Produktdokumentation angegebenen Umgebungsbedingungen müssen eingehalten werden.

Sicherheitskritische Anwendungen sind nicht zugelassen, sofern sie nicht ausdrücklich vom Hersteller freigegeben werden.

Die Hinweise für eine EMV-gerechte Installation sind aus dem Produkthandbuch des CMMP-AS zu entnehmen.
Die Einhaltung der durch die nationalen Vorschriften geforderten Grenzwerte liegt in der Verantwortung der Hersteller der Anlage oder Maschine.

Warnung
Die technischen Daten, die Anschluss- und Installationsbedingungen für den Motorcontroller sind aus diesem Produkthandbuch zu entnehmen und unbedingt einzuhalten.

Warnung
Es sind die Allgemeinen Errichtungs- und Sicherheitsvorschriften für das Arbeiten an Starkstromanlagen (z.B. DIN, VDE, EN, IEC oder andere nationale und internationale Vorschriften) zu beachten.
Nichtbeachtung kann **Tod, Körperverletzung oder erheblichen Sachschaden** zur Folge haben.

Ohne Anspruch auf Vollständigkeit gelten unter anderem folgende Vorschriften:

– VDE 0100 Bestimmung für das Errichten von Starkstromanlagen bis 1000 Volt

– EN 60204 Elektrische Ausrüstung von Maschinen

– EN 50178 Ausrüstung von Starkstromanlagen mit elektronischen Betriebsmitteln

1.3.2 Sicherheitshinweise bei Montage und Wartung

Für die Montage und Wartung der Anlage gelten in jedem Fall die einschlägigen DIN, VDE, EN und IEC - Vorschriften, sowie alle staatlichen und örtlichen Sicherheits- und Unfallverhütungsvorschriften. Der Anlagenbauer bzw. der Betreiber hat für die Einhaltung dieser Vorschriften zu sorgen.

Warnung
Die Bedienung, Wartung und/oder Instandsetzung des Motorcontrollers darf nur durch für die Arbeit an oder mit elektrischen Geräten ausgebildetes und qualifiziertes Personal erfolgen.

Vermeidung von Unfällen, Körperverletzung und/oder Sachschaden:

Warnung
Die serienmäßig gelieferte Motor-Haltebremse oder eine externe, vom Antriebsregelgerät angesteuerte Motor-Haltebremse alleine ist nicht für den Personenschutz geeignet!

- Vertikale Achsen gegen Herabfallen oder Absinken nach Abschalten des Motors zusätzlich sichern, wie durch:

– mechanische Verriegelung der vertikalen Achse,
– externe Brems-/ Fang-/ Klemmeinrichtung oder
– ausreichenden Gewichtsausgleich der Achse.

Warnung
Der externe oder interne Bremswiderstand führt im Betrieb und kann bis ca. 5 Minuten nach dem Abschalten des Motorcontrollers gefährliche Zwischenkreisspannung führen. Diese kann bei Berührung den Tod oder schwere Körperverletzungen hervorrufen.

- Vor der Durchführung von Wartungsarbeiten ist sicherzustellen, dass die Stromversorgung abgeschaltet, verriegelt und der Zwischenkreis entladen ist.
- Die elektrische Ausrüstung über den Hauptschalter spannungsfrei schalten und gegen Wiedereinschalten sichern, warten bis der Zwischenkreis entladen ist bei:

– Wartungsarbeiten und Instandsetzung
– Reinigungsarbeiten
– langen Betriebsunterbrechungen

Warnung
Bei der Montage ist sorgfältig vorzugehen. Es ist sicherzustellen, dass sowohl bei Montage als auch während des späteren Betriebes des Antriebs keine Bohrspäne, Metallstaub oder Montageteile (Schrauben, Muttern, Leitungsabschnitte) in den Motorcontroller fallen.

Ebenfalls ist sicherzustellen, dass die externe Spannungsversorgung des Steuerteils (24 V) abgeschaltet ist.

Ein Abschalten der Spannungsversorgung des Leistungsteils muss immer vor dem Abschalten der 24 V Versorgung des Steuerteils erfolgen.

Warnung
Die Arbeiten im Maschinenbereich sind nur bei abgeschalteter und verriegelter Wechselstrom- bzw. Gleichstromversorgung durchzuführen.

Abgeschaltete Endstufen oder abgeschaltete Reglerfreigabe sind keine geeigneten Verriegelungen. Hier kann es im Störungsfall zum unbeabsichtigten Verfahren des Antriebes kommen.

Warnung
Die Inbetriebnahme mit leer laufenden Motoren durchführen, um mechanische Beschädigungen, z.B. durch falsche Drehrichtung zu vermeiden.

Warnung
Elektronische Geräte sind grundsätzlich nicht ausfallsicher.

- Der Anwender ist dafür verantwortlich, dass bei Ausfall des elektrischen Geräts seine Anlage in einen sicheren Zustand geführt wird.

Warnung
Der Motorcontroller und insbesondere der Bremswiderstand, extern oder intern, können hohe Temperaturen annehmen, die bei Berührung schwere körperliche Verbrennungen verursachen können.

1.3.3 Schutz gegen Berühren elektrischer Teile

Dieser Abschnitt betrifft nur Geräte und Antriebskomponenten mit Spannungen über 50 Volt. Werden Teile mit Spannungen größer 50 Volt berührt, können diese für Personen gefährlich werden und zu elektrischem Schlag führen. Beim Betrieb elektrischer Geräte stehen zwangsläufig bestimmte Teile dieser Geräte unter gefährlicher Spannung.

Warnung
Lebensgefährliche Spannung !

Hohe elektrische Spannung!

Lebensgefahr, Verletzungsgefahr durch elektrischen Schlag oder schwere Körperverletzung!

Für den Betrieb gelten in jedem Fall die einschlägigen DIN, VDE, EN und IEC - Vorschriften, sowie alle staatlichen und örtlichen Sicherheits- und Unfallverhütungsvorschriften. Der Anlagenbauer bzw. der Betreiber hat für die Einhaltung dieser Vorschriften zu sorgen:

Warnung
Vor dem Einschalten die dafür vorgesehenen Abdeckungen und Schutzvorrichtungen für den Berührschutz an den Geräten anbringen.

Für Einbaugeräte ist der Schutz gegen direktes Berühren elektrischer Teile durch ein äußeres Gehäuse, wie beispielsweise einen Schaltschrank, sicherzustellen.

Die Vorschriften VGB4 sind zu beachten!

Warnung
Den Schutzleiter der elektrischen Ausrüstung und der Geräte stets fest an das Versorgungsnetz anschließen.

Der Ableitstrom ist aufgrund der integrierten Netzfilter größer als 3,5 mA!

Warnung
Nach der Norm EN 60617 den vorgeschriebenen Mindest-Kupfer-Querschnitt für die Schutzleiterverbindung in seinem ganzen Verlauf beachten!

Warnung
Vor Inbetriebnahme, auch für kurzzeitige Mess- und Prüfzwecke, stets den Schutzleiter an allen elektrischen Geräten entsprechend dem Anschlussplan anschließen oder mit Erdleiter verbinden.

Auf dem Gehäuse können sonst hohe Spannungen auftreten, die elektrischen Schlag verursachen.

Warnung
Elektrische Anschlussstellen der Komponenten im eingeschalteten Zustand nicht berühren.

Warnung
- Vor dem Zugriff zu elektrischen Teilen mit Spannungen größer 50 Volt das Gerät vom Netz oder von der Spannungsquelle trennen.
- Gegen Wiedereinschalten sichern.

Warnung
Bei der Installation ist besonders in Bezug auf Isolation und Schutzmaßnahmen die Höhe der Zwischenkreisspannung zu berücksichtigen.

Es muss für ordnungsgemäße Erdung, Leiterdimensionierung und entsprechenden Kurzschlussschutz gesorgt werden.

Warnung
Das Gerät verfügt über eine Zwischenkreis-Schnell-Entladeschaltung gemäß EN 60204 Abschnitt 6.2.4. In bestimmten Gerätekonstellationen, vor allem bei der Parallelschaltung mehrerer Motorcontroller im Zwischenkreis oder bei einem nicht angeschlossenen Bremswiderstand, kann die Schnellentladung allerdings unwirksam sein. Die Motorcontroller können dann nach dem Abschalten bis zu 5 Minuten unter gefährlicher Spannung stehen (Kondensatorrestladung).

1.3.4 Schutz durch Schutzkleinspannung (PELV) gegen elektrischen Schlag

Alle Anschlüsse und Klemmen mit Spannungen von 5 bis 50 Volt an dem Motorcontroller sind Schutzkleinspannungen, die entsprechend folgender Normen berührungssicher ausgeführt sind:

international: IEC 60364-4-41

Europäische Länder in der EU: EN 50178/1998, Abschnitt 5.2.8.1.

Warnung
Hohe elektrische Spannung durch falschen Anschluss!
Lebensgefahr, Verletzungsgefahr durch elektrischen Schlag!

An alle Anschlüsse und Klemmen mit Spannungen von 0 bis 50 Volt dürfen nur Geräte, elektrische Komponenten und Leitungen angeschlossen werden, die eine Schutzkleinspannung (PELV = Protective Extra Low Voltage) aufweisen.

Nur Spannungen und Stromkreise, die sichere Trennung zu gefährlichen Spannungen haben, anschließen.

Sichere Trennung wird beispielsweise durch Trenntransformatoren, sichere Optokoppler oder netzfreien Batteriebetrieb erreicht.

1.3.5 Schutz vor gefährlichen Bewegungen

Gefährliche Bewegungen können durch fehlerhafte Ansteuerung von angeschlossenen Motoren verursacht werden. Die Ursachen können verschiedenster Art sein:

- unsaubere oder fehlerhafte Verdrahtung oder Verkabelung
- Fehler bei der Bedienung der Komponenten
- Fehler in den Messwert- und Signalgebern
- defekte oder nicht EMV-gerechte Komponenten
- Fehler in der Software im übergeordneten Steuerungssystem.

Diese Fehler können unmittelbar nach dem Einschalten oder nach einer unbestimmten Zeitdauer im Betrieb auftreten.

Die Überwachungen in den Antriebskomponenten schließen eine Fehlfunktion in den angeschlossenen Antrieben weitestgehend aus. Im Hinblick auf den Personenschutz, insbesondere der Gefahr der Körperverletzung und/oder Sachschaden, darf auf diesen Sachverhalt nicht allein vertraut werden. Bis zum Wirksamwerden der eingebauten Überwachungen ist auf jeden Fall mit einer fehlerhaften Antriebsbewegung zu rechnen, deren Maß von der Art der Steuerung und des Betriebszustandes abhängt.

Warnung
Gefahrbringende Bewegungen!
Lebensgefahr, Verletzungsgefahr, schwere Körperverletzung oder Sachschaden!

Der Personenschutz ist aus den oben genannten Gründen durch Überwachungen oder Maßnahmen, die anlagenseitig übergeordnet sind, sicherzustellen. Diese werden nach den spezifischen Gegebenheiten der Anlage einer Gefahren- und Fehleranalyse vom Anlagenbauer vorgesehen. Die für die Anlage geltenden Sicherheitsbestimmungen werden hierbei mit einbezogen. Durch Ausschalten, Umgehen oder fehlendes Aktivieren von Sicherheitseinrichtungen können willkürliche Bewegungen der Maschine oder andere Fehlfunktionen auftreten.

1.3.6 Schutz gegen Berühren heißer Teile

Warnung
Heiße Oberflächen auf Gerätegehäuse möglich!
Verletzungsgefahr! Verbrennungsgefahr!

Warnung
Verbrennungsgefahr!

- Gehäuseoberfläche in der Nähe von heißen Wärmequellen nicht berühren!
- Vor dem Zugriff Geräte nach dem Abschalten erst 10 Minuten abkühlen lassen.

Werden heiße Teile der Ausrüstung wie Gerätegehäuse, in denen sich Kühlkörper und Widerstände befinden, berührt, kann das zu Verbrennungen führen!

1.3.7 Schutz bei Handhabung und Montage

Die Handhabung und Montage bestimmter Teile und Komponenten in ungeeigneter Art und Weise kann unter ungünstigen Bedingungen zu Verletzungen führen.

Warnung
Verletzungsgefahr durch unsachgemäße Handhabung!

Körperverletzung durch Quetschen, Scheren, Schneiden, Stoßen!

Hierfür gelten allgemeine Sicherhinweise:

Warnung
- Die allgemeinen Errichtungs- und Sicherheitsvorschriften zu Handhabung und Montage beachten.
- Geeignete Montage- und Transporteinrichtungen verwenden.
- Einklemmungen und Quetschungen durch geeignete Vorkehrungen vorbeugen.
- Nur geeignetes Werkzeug verwenden. Sofern vorgeschrieben, Spezialwerkzeug benutzen.
- Hebeeinrichtungen und Werkzeuge fachgerecht einsetzen.
- Wenn erforderlich, geeignete Schutzausstattungen (zum Beispiel Schutzbrillen, Sicherheitsschuhe, Schutzhandschuhe) benutzen.
- Nicht unter hängenden Lasten aufhalten.
- Auslaufende Flüssigkeiten am Boden sofort wegen Rutschgefahr beseitigen.

Übersicht

Kapitel 2

2. Übersicht 2-1

2.1 CANopen 2-2
2.2 EtherCAT 2-4
2.3 EtherCAT-Protokoll 2-9
2.4 EtherCAT-Interface CAMC-EC 2-10
2.5 XML-Beschreibungsdatei 2-12

2.1 CANopen

CANopen ist ein von der Vereinigung "CAN in Automation" erarbeiteter Standard. In diesem Verbund ist eine Vielzahl von Geräteherstellern organisiert. Dieser Standard hat die bisherigen herstellerspezifischen CAN-Protokolle weitgehend ersetzt. Somit steht dem Endanwender ein herstellerunabhängiges Kommunikations-Interface zur Verfügung. Von diesem Verbund sind unter anderem folgende Handbücher beziehbar:

CiA Draft Standard 201-207:
In diesen Werken werden die allgemeinen Grundlagen und die Einbettung von CANopen in das OSI-Schichtenmodell behandelt. Die relevanten Punkte dieses Buches werden im vorliegenden CANopen-Handbuch vorgestellt, so dass der Erwerb der DS201...207 im Allgemeinen nicht notwendig ist.

CiA Draft Standard 301:
In diesem Werk werden der grundsätzliche Aufbau des Objektverzeichnisses eines CANopen-Gerätes und der Zugriff auf dieses beschrieben. Außerdem werden die Aussagen der DS201...207 konkretisiert. Die für die Motorcontrollerfamilien CMMP benötigten Elemente des Objektverzeichnisses und die zugehörigen Zugriffsmethoden sind im vorliegenden Handbuch beschrieben. Der Erwerb der DS301 ist ratsam, aber nicht unbedingt notwendig.

CiA Draft Standard 402:
Dieses Buch befasst sich mit der konkreten Implementation von CANopen in Antriebsreglern. Obwohl alle implementierten Objekte auch im CANopen-Handbuch in kurzer Form dokumentiert und beschrieben sind, sollte der Anwender über dieses Werk verfügen.

Bezugsadresse:

CAN in Automation (CiA) International Headquarter
Am Weichselgarten 26
D-91058 Erlangen
Tel.: 09131-601091
Fax: 09131-601092
www.can-cia.de

Der CANopen- Implementierung des Motorcontrollers liegen folgende Normen zugrunde:

– [1] - CiA Draft Standard 301, Version 4.02, 13. Februar 2002

– [2] - CiA Draft Standard Proposal 402, Version 2.0, 26. Juli 2002

2.2 EtherCAT

Das Feldbussystem EtherCAT bedeutet "Ethernet for Controller and Automation Technology" und wurde von der Fa. Beckhof Industrie entwickelt. Es wird von der internationalen Organisation EtherCAT Technology Group (ETG) betreut und unterstützt und ist als offene Technologie konzeptioniert, die durch die International Electrotechnical Commission (IEC) genormt ist.
EtherCAT ist ein auf Ethernet basierendes Feldbussystem und setzt neue Geschwindigkeitsstandards und ist dank flexibler Topologie (Linie, Baum, Stern) und einfacher Konfiguration wie ein Feldbus zu handhaben.
Das EtherCAT-Protokoll wird mit einem speziellen genormten Ethernettyp direkt im Ethernet-Frame gemäß IEEE802.3 transportiert. Broadcast, Multicast und Querkommunikation zwischen den Slaves sind möglich.
Beim EtherCAT basiert der Datenaustausch auf einer reinen Hardware-Maschine. Deshalb wird slaveseitig eine spezielle Hardware verwendet, die das Ethernet-Telegramm entsprechend dem EtherCAT-Protokoll verarbeitet. Diese Hardware Protokollinterpreter werden entweder in Form eines ASIC (Application Specific Integrated Circuit), oder eines FPGA (Field Programmable Gate Array) mit entsprechender Software angeboten.

Die nachfolgende Tabelle gibt eine Übersicht über die ASIC- und FPGA-Versionen, die in die Hardware implementiert werden können.

Funktion	**ESC10**	**ESC20**	**ASIC**
FMMU	2	4	≥ 8
Sync Manager	4	6	≥ 8
DPRAM	4 kByte	4 kByte	4kByte
AL Event Mask register		x	x
Process Data Interfaces (PDI)			
8/16 bit µC Interface	x	x	x

Funktion	ESC10	ESC20	ASIC
32 bit digital	x	x	x
SPI		x	x
Distributed Clocks		x	x

Tab. 2/1: Funktionsübersicht des EtherCAT-Slave-Controllers

Der Master besteht üblicherweise als reine Software-Lösung, ohne dass spezielle Hardware verwendet werden muss. Das bedeutet, dass in den meisten Fällen ein Standard Ethernet-Anschluss für den Master ausreicht.

Das Feldbussystem EtherCAT definiert ausschließlich ein neues Protokoll für die Übertragungsschicht. Es definiert kein eigenes Anwender- oder Geräteprotokoll. Vielmehr ist EtherCAT in der Lage, verschiedene, bereits bestehende und erprobte, Anwender- und Geräteprotokolle über das EtherCAT-Protokoll zu übertragen (Tunnelung).

Folgende Anwender- und Geräteprotokolle werden von EtherCAT unterstützt:

	unterstützt durch CMMP-AS
CANopen over EtherCAT (CoE)	Ja, wahlweise mit CiA301/402-Objekten oder mit dem Festo Datenprofil FHPP
Servodrive-Profil nach IEC 61491 over EtherCAT (SoE) (entspricht dem SERCOS 2 Protokoll)	nein
File Access over EtherCAT (FoE)	nein
Ethernet over EtherCAT (EoE)	nein

Tab. 2/2: Anwender- und Geräteprotokolle

Der Motorcontroller CMMP-AS mit Interface CAMC-EC unterstützt das CoE-Protokoll (CANopen over EtherCAT) unter Verwendung des FPGA ESC20. Damit werden die CANopen-Kommunikationsobjekte über das EtherCAT-Telegramm getunnelt.

Als Tunneln bezeichnet man in der Elektronischen Datenverarbeitung (EDV) das Übertragen der Daten eines Netzwerkprotokolls (hier die CANopen-Kommunikationsobjekte des CiA402- und CiA301-Protokolls), eingebettet in ein anderes Netzwerkprotokoll (hier das EtherCAT-Protokoll CoE).

Im Bild 2/1 sind die einzelnen Protokolle des multiprotokollfähigen Feldbussystems EtherCAT schematisch dargestellt. Dort findet das vom Motorcontroller CMMP-AS benutzte CANopen-over-EtherCAT-Protokoll (CoE-Protokoll) besondere Beachtung.

Wie in Bild 2/1 zu erkennen, stellt das EtherCAT-Protokoll auf der Übertragungsschicht das Mailbox-Protokoll (für die azy-

klische Kommunikation) und das Process-Data-Protokoll für den Austausch von zyklischen Daten zur Verfügung.

Über diese beiden Protokolle wird das CoE-Protokoll erkannt und verarbeitet. Dabei werden die im EtherCAT-Protokoll getunnelten CANopen-Kommunikationsobjekte an die im Motorcontroller CMMP implementierte CANopen-Applikationsebene übergeben und im Motorcontroller intern als Standard-CANopen-Kommunikationsobjekte verarbeitet.

Das Mailbox-Telegrammprotokoll dient der azyklischen Datenübertragung, z.B. für das SDO-Frame-Telegramm zum Übertragen von Standard-SDO-CANopen-Kommunikationsobjekten.

Das Process-Data-Telegrammprotokoll dient der zyklischen Datenübertragung, z.B. für das PDO-Frame-Telegramm zum Übertragen von Standard-PDO-Telegrammen.

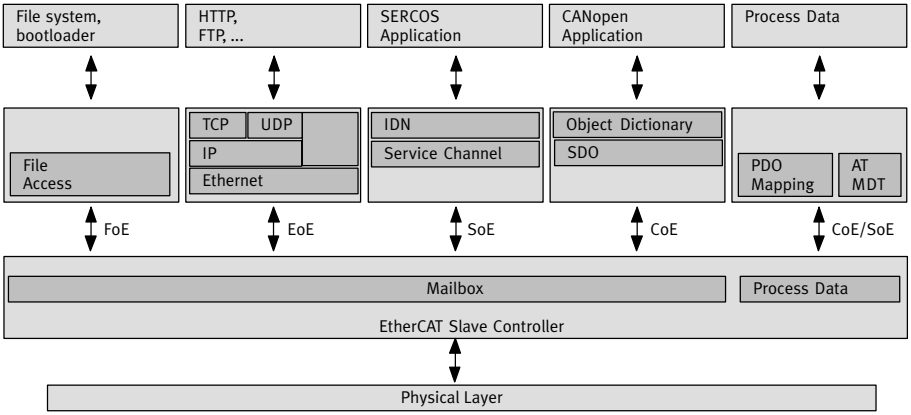

Bild 2/1: Multiprotokollfähiges Feldbussystem EtherCAT

Im Abschnitt 2.3 “EtherCAT-Protokoll” wird das EtherCAT-Protokoll näher beschrieben.

Folgende Fehlererkennungen und Diagnosefunktionen stehen dem Feldbussystem EtherCAT zur Verfügung:

- Kabelbruch bzw. fehlende Antwort
- Falsche Reaktion im Durchlauf (nicht alle Slaves haben geantwortet)
- Redundanter Normalbetrieb (zweiter Ethernet Port)
  - Leitungsredundanz
  - Master-Redundanz mit Hot-Stand-By
  - Gerätetausch bei laufendem Netzwerk
  - Hot-Connect von Leitungssegmenten

Zur einfachen Einbindung eines EtherCAT-konformen Gerätes wie dem Motorcontroller CMMP-AS wird für jedes dieser Geräte eine XML-Datei (Extended Markup Language) erstellt. Diese XML-Datei beschreibt detailliert das anzusprechende Gerät und seine Leistungsmerkmale und wird vom Hersteller zur Verfügung gestellt. Die für den CMMP-AS vorhandene XML-Datei wird in Kapitel 2.5 ”XML-Beschreibungsdatei” beschrieben.

2.3 EtherCAT-Protokoll

Das EtherCAT-Protokoll ist für Prozessdaten optimiert und wird über das Ethernet übertragen. Für das EtherCAT-Protokoll wurde ein eigener EtherType (88A4h) definiert. Dadurch können EtherCAT-Daten direkt in Standard-Ethernet-Frames transportiert werden. Diese Übertragungsart wird immer dann gewählt, wenn sich alle Busteilnehmer im gleichen Ethernet-Subnetz befinden.
Für die Kommunikation über das aktuelle Subnetz hinaus kann auch das UDP/IP Protokoll zur Übertragung der EtherCAT Datenpakete benutzt werden. Dabei wird einfach der Ethernet-Header gegen den UDP/IP-Header ausgetauscht. Die EtherCAT-Nutzdaten bleiben dabei unbeeinflusst (siehe Bild Bild 2/2).
Ein EtherCAT-Telegramm kann aus mehreren Subtelegrammen bestehen, die jeweils einen Speicherbereich des bis zu 4 Gigabyte großen logischen Prozessabbildes bedienen können. Die datentechnische Reihenfolge ist dabei unabhängig von der physikalischen Reihenfolge der Ethernet-Klemmen im Netz. Es kann wahlfrei adressiert werden. Broadcast, Multicast und Querkommunikation zwischen Slaves ist möglich.

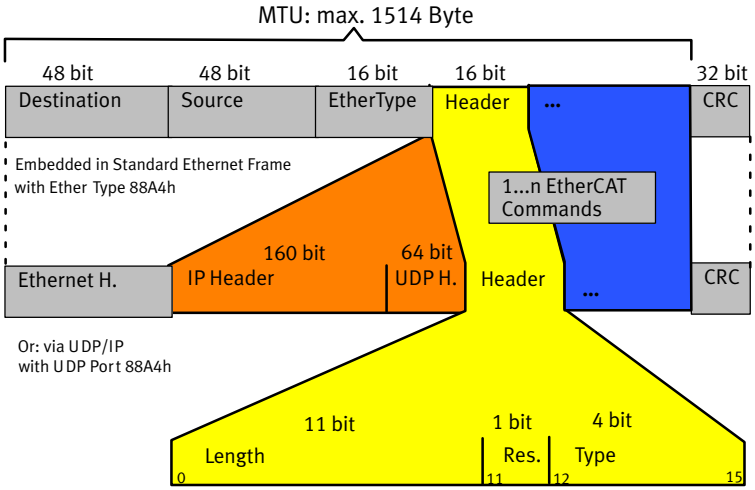

Bild 2/2: EtherCAT - Telegrammaufbau

2.4 EtherCAT-Interface CAMC-EC

Das EtherCAT-Interface CAMC-EC erlaubt die Anbindung des Motorcontrollers CMMP an das Feldbussystem EtherCAT. Die Kommunikation über das EtherCAT-Interface (IEEE 802.3u) erfolgt mit einer EtherCAT-Standard-Verkabelung und ist zwischen dem CMMP ab Firmware Version 3.5.1501.3.x und der Parametriersoftware FCT ab der Version 1.2.0.xxx möglich.

Festo unterstützt beim CMMP das CoE-Protokoll (CANopen over EtherCAT) mit dem FPGA ESC20 der Firma Beckhoff. Als Datenprofile werden DS402 und FHPP unterstützt.

Das EtherCAT-Interface kann nur im Optionsschacht Ext2 betrieben werden. Der Betrieb weiterer Interfacemodule in dem Optionsschacht Ext1 ist, außer mit CAMC-D-8E8A Modul, dann nicht mehr möglich.

Kenndaten des EtherCAT-Interface CAMC-EC

Das EtherCAT-Interface besitzt folgende Leistungsmerkmale:

- Mechanisch voll integrierbar in die Motorcontroller der Serie CMMP-AS
- EtherCAT entsprechend IEEE-802.3u (100Base-TX) mit 100Mbps (vollduplex)
- Stern- und Linientopologie
- Steckverbinder: RJ45
- Potentialgetrennte EtherCAT-Schnittstelle
- Kommunikationszyklus : 1 ms (bei Profil DS402); 2 ms (bei Profil FHPP)
- Max. 127 Slaves
- EtherCAT-Slave-Implementierung basiert auf dem FPGA ESC20 der Fa. Beckhoff

- Unterstützung des Merkmales ”Distributed Clocks” zur zeitlich synchronen Sollwertübernahme
- LED-Anzeigen für Betriebsbereitschaft und Link-Detect

2.5 XML-Beschreibungsdatei

Um EtherCAT-Slave-Geräte einfach an einen EtherCAT-Master anbinden zu können, muss für jedes EtherCAT-Slave-Gerät eine Beschreibungsdatei vorliegen. Diese Beschreibungsdatei ist vergleichbar mit den EDS-Dateien für das CANopen-Feldbussystem oder den GSD-Dateien für Profibus. Im Gegensatz zu diesen ist die EtherCAT-Beschreibungsdatei im XML-Format gehalten, wie es häufig bei Internet- und Webanwendungen benutzt wird und enthält Informationen zu folgenden Merkmalen des EtherCAT-Slave-Gerätes:

- Informationen zum Hersteller des Gerätes
- Name, Typ und Versionsnummer des Gerätes
- Typ und Versionsnummer des zu verwendenden Protokolls für dieses Gerät (z.B. CANopen over Ethernet, ...)
- Parametrierung des Gerätes und Konfiguration der Prozessdaten

BEISPIEL einer XML-Beschreibungsdatei für den CMMP:

```
‹?xml version=”1.0” encoding=”UTF-8”?›
‹EtherCATInfo Version=”0.2”›
   ‹Vendor›
      ‹Id›#x1D‹/Id›
      ‹Name›Festo AG‹/Name›
      ‹ImageData16x14›424DE60000000000000076000000
      28000000100000000E00000001000400000000007000
      0000C40A0000C40A00000000000000000000BA79230
      0CE962900CC944300DCAD4900D2A36600E2B96900E3
      C07E00EED09800F3D7AE00F3E0BF00F7EBCA00F7EED
      800F7EF00FFF5ED00FFFFF700FFFFFF00ECFDCCCCBDE
      BECBDB6F9445448D4B647A4F7223126C09225A3E67
      B8585B085A3A3A66AA875C276E3A146448625C276E3
      B006206005C076E3A3A58B84ABC076D1A2856772767
      16371A033136233315333B013113307214507D99A99
      9A8C99AB8CFEEEEEEEEFEEEEEFFFFFFFFFFFFFFFF
      ‹/ImageData16x14›
   ‹/Vendor›
‹Descriptions›
```

```
    ‹Groups›
        ‹Group SortOrder=”1”›
        ‹Type›Festo E-Drives‹/Type›
        ‹Name LcId=”1033”›Festo E-Drives‹/Name›
    ‹/Groups›
‹Devices›
    ‹Device Physics=”YY”›
    ‹Type ProductCode=”#x264860d3” RevisionNo=
    ”#x20000”›CMMP-AS
    ‹/Type›
    ‹Name LcID=”1033”›CMMP-AS‹/Name›
    ‹Name LcID=”1031”›CMMP-AS‹/Name›
```

Bei Verwendung des EtherCAT-Protokolls kann über die XML-Beschreibungsdatei die komplette Parametrierung der Kommunikationsparameter für das verwendete Gerät festgelegt werden. Das beinhaltet z.B. bei der Verwendung von CoE auch die Parametrierung der Prozessdatenobjekte für den zyklischen Datenaustausch.

Diese Daten werden während der Initialisierungsphase des EtherCAT-Masters (meistens eine SPS oder CNC) gelesen und für die Initialisierung und die zyklische Kommunikation mit dem Slave-Gerät verwendet.

Montage

Kapitel 3

3. Montage 3-1

3.1 Einbau des EtherCAT-Interface in den Controller 3-3

3.1 Einbau des EtherCAT-Interface in den Controller

Warnung
Nichtbeachten der in Kapitel 1 “Sicherheitshinweise für elektrische Antriebe und Steuerungen” kann zu **Sachschaden, Körperverletzung, elektrischem Schlag oder im Extremfall zum Tod** führen.

Warnung
Der Antriebsregler ist vor der Montage des Moduls von jeglichen stromführenden Leitungen zu trennen.

Mit einem geeigneten Kreuzschlitz-Schraubendreher wird das Frontblech über dem Optionsschacht Ext2 des Motorcontrollers CMMP abgeschraubt. Das Technologiemodul EtherCAT wird jetzt in den offenen Optionsschacht (Ext2) so eingesteckt, dass die Platine in den seitlichen Führungen des Optionsschachtes läuft. Das Technologiemodul wird bis zum Anschlag eingeschoben. Abschließend wird das Technologiemodul mit der Kreuzschlitzschraube am Motorcontrollergehäuse angeschraubt. Es ist darauf zu achten, dass die Frontplatte leitenden Kontakt mit dem Gehäuse des CMMP hat (Schutzerde/PE).

An der Frontplatte des Technologiemoduls EtherCAT sind folgende Elemente angeordnet:

- **LED 1** (Zweifarb-LED) für:
  - EtherCAT-Kommunikation (gelb)
  - “Verbindung aktiv an Port 1” (rot)
  - Run (grün)
- **LED 2** (rot) zur Anzeige “Verbindung aktiv an Port 2”
- zwei RJ45-Buchsen.

Die folgende Bild zeigt die Lage der Buchsen und deren Nummerierung:

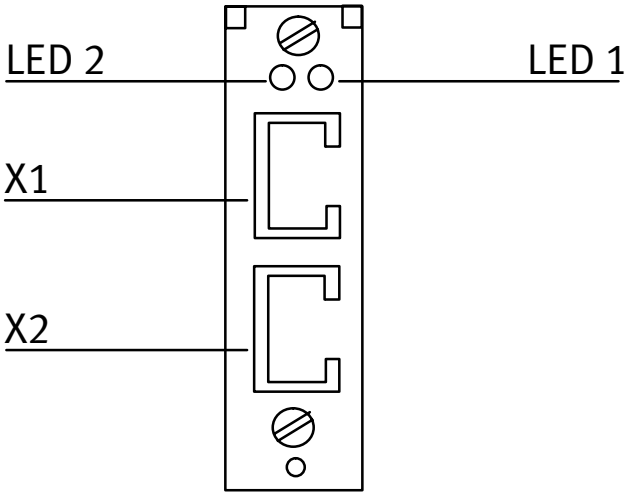

Bild 3/1: Lage der Elemente an der Frontplatte

Installation

Kapitel 4

4. Installation 4-1

4.1 Steckerbelegung und Kabelspezifikationen 4-3
4.1.1 Ausführung der Steckverbinder X1 und X2 4-3
4.1.2 Belegung der Steckverbinder X1 und X2 4-3
4.1.3 Art und Ausführung des Kabels 4-4
4.1.4 Pin-Anordnung bei X1 und X2 4-5
4.1.5 Bus-Terminierung 4-5

4.1 Steckerbelegung und Kabelspezifikationen

4.1.1 Ausführung der Steckverbinder X1 und X2

RJ45-Buchsen

X1 (RJ45-Buchse oben)	Uplink zum Master oder einem vorherigen Teilnehmer einer linienförmigen Verbindung (z.B. mehrere Motorcontroller)
X2 (RJ45-Buchse unten)	Uplink zum Master, Ende einer linienförmigen Verbindung oder Anschluss weiterer nachgeordneter Teilnehmer

4.1.2 Belegung der Steckverbinder X1 und X2

PIN	**Spezifikation**	
1	Empfängersignal- (RX-)	Adernpaar 3
2	Empfängersignal+ (RX+)	Adernpaar 3
3	Sendesignal- (TX-)	Adernpaar 2
4		Adernpaar 1
5		Adernpaar 1
6	Sendesignal+ (TX+)	Adernpaar2
7		Adernpaar 4
8		Adernpaar 4

Tab. 4/1: Belegung der Steckverbinder X1 und X2

4.1.3 Art und Ausführung des Kabels

Die Verkabelung erfolgt mit geschirmten Twisted-Pair-Kabeln STP, Cat.5. Es werden Stern- und Linien-Topologien unterstützt. Der Netzaufbau muss entsprechend der 5-4-3-Regel erfolgen. Es dürfen maximal 10 Hubs in Linie verkabelt werden. Das Technologiemodul EtherCAT enthält einen Hub. Die Gesamtkabellänge ist auf 100 m begrenzt.

Die aufgeführten Kabelbezeichnungen beziehen sich auf Kabel der Firmen LAPP und Lütze. Sie haben sich in der Praxis bewährt und befinden sich in vielen Applikationen erfolgreich im Einsatz. Es sind aber auch vergleichbare Kabel anderer Hersteller verwendbar.

Leitungslänge	**Bestellnummer**
EtherCAT-Kabel von der Firma LAPP	
0,5 m	90PCLC50000
1 m	90PCLC500010
2 m	90PCLC500020G
5 m	90PCLC500050G
EtherCAT-Kabel von der Firma Lütze	
0,5 m	192000
1 m	19201
5 m	19204

Tab. 4/2: EtherCAT-Kabel

Vorsicht
Fehler durch ungeeignete Bus-Kabel

Aufgrund der sehr hohen möglichen Baudraten empfehlen wir ausschließlich die Verwendung der standardisierten Kabel und Steckverbinder. Diese sind teilweise mit zusätzlichen Diagnosemöglichkeiten versehen und erleichtern im Störungsfall die schnelle Analyse der Feldbus-Schnittstelle.

Folgen Sie beim Aufbau des EtherCAT-Netzes unbedingt den Ratschlägen der gängigen Literatur bzw. den nachfolgenden Informationen und Hinweisen, um ein stabiles, störungsfreies System zu erhalten. Bei einer nicht sachgemäßen Verkabelung können während des Betriebs Störungen auf dem EtherCAT-Bus auftreten, die dazu führen, dass der Motorcontroller CMMP aus Sicherheitsgründen mit einem Fehler abschaltet.

4.1.4 Pin-Anordnung bei X1 und X2

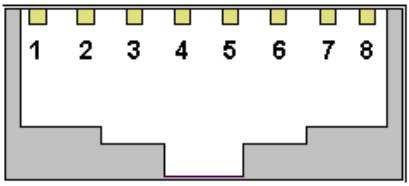

Bild 4/1: Pin-Anordnung bei X1 und X2

4.1.5 Bus-Terminierung

Es werden keine externen Busterminierungen benötigt. Das EtherCAT-Technologiemodul überwacht seine beiden Ports und schließt den Bus selbständig ab (Loop-back-Funktion).

CANopen over EtherCAT (CoE)

Kapitel 5

5. CANopen over EtherCAT (CoE) 5-1

5.1 CANopen-Kommunikationsschnittstelle 5-3
5.1.1 Konfiguration der Kommunikationsschnittstelle 5-4
5.1.2 Neue und geänderte CANopen-Kommunikationsobjekte unter CoE 5-8
5.1.3 Nicht unterstützte CANopen-Kommunikationsobjekte unter CoE . 5-20
5.2 FHPP-Profil 5-22
5.3 Kommunikations-Zustandsmaschine 5-27
5.3.1 Unterschiede zwischen den Zustandsmaschinen von CANopen und EtherCAT 5-30
5.4 SDO-Frame 5-31
5.5 PDO-Frame 5-33
5.6 Error Control 5-36
5.7 Emergency Frame 5-37
5.8 Anpassung der XML-Gerätebeschreibungsdatei 5-38
5.8.1 Grundsätzlicher Aufbau der Gerätebeschreibungsdatei 5-39
5.8.2 Receive-PDO-Konfiguration im Knoten RxPDO 5-41
5.8.3 Transmit-PDO-Konfiguration im Knoten TxPDO 5-43
5.8.4 Initialisierungskommandos über den Knoten ”Mailbox” 5-44
5.9 Synchronisation (Distributed Clocks) 5-46

5.1 CANopen-Kommunikationsschnittstelle

Wie bereits in Kapitel 1 beschrieben, werden die Anwenderprotokolle über EtherCAT getunnelt. Für das vom CMMP-AS-unterstützte CANopen-over-EtherCAT-Protokoll (CoE) werden für die Kommunikationsschicht die meisten Objekte nach der CANopen-Norm DS301 der CiA von EtherCAT unterstützt. Hier handelt es sich weitestgehend um Objekte zur Einrichtung der Kommunikation zwischen Master und Slave.

Für das CANopen-Motion-Profil nach CiA 402 werden die meisten Objekte unterstützt, die auch über den normalen CANopen-Feldbus bedient werden können. Grundsätzlich werden folgende Dienste und Objektgruppen von der EtherCAT-CoE-Implementation im Motorcontroller CMMP-AS unterstützt:

SDO	Service Data Object: Werden zur normalen Parametrierung des Motorcontrollers verwendet.
PDO	Process Data Object: Schneller Austausch von Prozessdaten (z.B. Istdrehzahl) möglich.
EMCY	Emergency Message: Übermittlung von Fehlermeldungen.

Dabei werden die einzelnen Objekte, die über das CoE-Protokoll im Motorcontroller CMMP-AS angesprochen werden können, intern an die bestehende CANopen-Implementierung weitergereicht und dort verarbeitet. Aus diesem Grund werden die einzelnen CANopen-Objekte in diesem Handbuch nicht erneut aufgeführt. Hier sei auf das CANopen-Handbuch verwiesen.

Die einzelnen CANopen-Kommunikationsobjekte werden im CANopen-Handbuch”Motorcontroller CMMP-AS” beschrieben.

Allerdings wurden unter der CoE-Implementierung unter EtherCAT einige neue CANopen-Objekte hinzugefügt, die für die spezielle Anbindung über CoE notwendig sind. Dieses resultiert aus der geänderten Kommunikationsschnittstelle zwischen dem EtherCAT-Protokoll und dem CANopen-Protokoll. Dort wird ein sogenannter Sync-Manager eingesetzt, um

die Übertragung von PDOs und SDOs über die beiden EtherCAT-Transferarten (Mailbox- und Prozessdatenprotokoll) zu steuern.

Dieser Sync Manager und die notwendigen Konfigurationsschritte für den Betrieb des CMMP-AS unter EtherCAT-CoE sind in Kapitel 5.1.1 ”Konfiguration der Kommunikationsschnittstelle” beschrieben. Die zusätzlichen Objekte sind in Kapitel 5.1.2 ”Neue und geänderte CANopen-Kommunikationsobjekte unter CoE” beschrieben.

Außerdem werden einige CANopen-Objekte des CMMP-AS, die unter einer normalen CANopen-Anbindung verfügbar sind, über eine CoE-Anbindung über EtherCAT nicht unterstützt. Eine Liste der unter CoE nicht unterstützten CANopen-Objekte ist in Kapitel 5.1.3 ”Nicht unterstützte CANopen Kommunikationsobjekte unter CoE” gegeben.

5.1.1 Konfiguration der Kommunikationsschnittstelle

Wie schon in Kapitel 1 beschrieben, benutzt das EtherCAT-Protokoll zwei verschiedene Transferarten zur Übertragung der Geräte- und Anwenderprotokolle, wie z.B. das vom CMMP-ASverwendete CANopen-over-EtherCAT-Protokoll (CoE). Diese beiden Transferarten sind das Mailbox-Telegrammprotokoll für azyklische Daten und das Prozessdaten-Telegrammprotokoll für die Übertragung von zyklischen Daten.

Für das CoE-Protokoll werden diese beiden Transferarten für die verschiedenen CANopen-Transferarten verwendet. Dabei werden sie wie folgt benutzt:

– Mailbox-Telegrammprotokoll:
  Diese Transferart dient der Übertragung der unter CANopen definierten Service Data Objects (SDOs). Sie werden in EtherCAT in SDO-Frames übertragen. Diese sind in Kapitel 5.4 ”SDO-Frame” genauer beschrieben.

– Prozessdaten-Telegrammprotokoll:
  Diese Transferart dient der Übertragung der unter CANopen definierten Process Data Objects (PDOs), die zum Austausch von zyklischen Daten benutzt werden. Sie werden in EtherCAT in PDO-Frames übertragen. Diese sind in Kapitel 5.5 ”PDO-Frame” genauer beschrieben.

Grundsätzlich können über diese beiden Transferarten alle PDOs und SDOs genau so benutzt werden, wie sie für das CANopen-Protokoll für den CMMP-AS definiert sind. Hierzu sei auf das CANopen-Handbuch für den Motorcontroller CMMP-AS verwiesen.

Allerdings unterscheidet sich die Parametrierung der PDOs und SDOs zum Versenden der Objekte über EtherCAT von den Einstellungen, die unter CANopen gemacht werden müssen. Um die CANopen-Objekte, die über PDO- oder SDO-Transfers zwischen Master und Slave ausgetauscht werden sollen, in das EtherCAT-Protokoll einzubinden, ist unter EtherCAT ein sogenannter Sync-Manager implementiert.

Dieser Sync Manager dient dazu, die Daten der zu sendenden PDOs und SDOs in die EtherCAT-Telegramme einzubinden. Zu diesem Zweck stellt der Sync-Manager mehrere Sync-Kanäle zur Verfügung, die jeweils einen CANopen-Datenkanal (Receive SDO, Transmit SDO, Receive PDO oder Transmit PDO) auf das EtherCAT-Telegramm umsetzen können.

Das Bild soll die Einbindung des Sync-Managers in das System veranschaulichen:

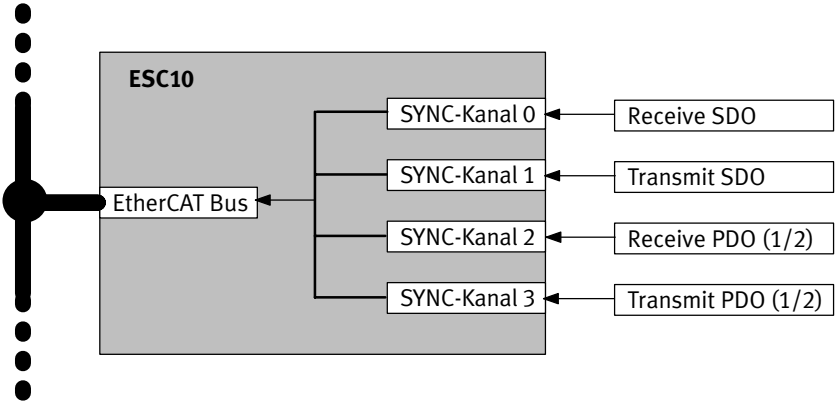

Bild 5/1: Beispielmapping der SDOs und PDOs auf die Sync-Kanäle

Alle Objekte werden über so genannte Sync-Kanäle verschickt. Die Daten dieser Kanäle werden automatisch in den EtherCAT-Datenstrom eingebunden und übertragen. Die EtherCAT-Implementierung im Motorcontroller CMMP-AS unterstützt vier solcher Sync-Kanäle.

Aus diesem Grund ist gegenüber CANopen ein zusätzliches Mapping der SDOs und PDOs auf die Sync-Kanäle notwendig. Dieses geschieht über die so genannten Sync-Manager-Objekte (Objekte 0x1C00 und 0x1C10 bis 0x1C13 / siehe Kapitel 5.1.2). Diese Objekte sind nachfolgend näher beschrieben.

Der CMMP-AS verfügt über vier einzelne Sync-Kanäle. Die Zuordnung dieser Sync-Kanäle zu den einzelnen Transferarten ist fest und kann vom Anwender nicht geändert werden. Die Belegung ist wie folgt:

– Sync-Kanal 0: Mailbox-Telegrammprotokoll für eingehende SDOs (Master => Slave)

– Sync-Kanal 1: Mailbox-Telegrammprotokoll für ausgehende SDOs (Master <= Slave)

– Sync-Kanal 2: Prozessdaten-Telegrammprotokoll für eingehende PDOs (Master => Slave). Hier ist das Objekt 0×1C12 zu beachten.

– Sync-Kanal 3: Prozessdaten-Telegrammprotokoll für ausgehende PDOs (Master <= Slave). Hier ist das Objekt 0×1C13 zu beachten.

Die Parametrierung der einzelnen PDOs wird über die Objekte 0x1600 bis 0x1603 (Reveive PDOs) und 0x1A00 bis 0x1A03 (Transmit PDOs) eingestellt. Die Parametrierung der PDOs wird dabei wie im CANopen-Handbuch beschrieben durchgeführt.

Grundsätzlich kann die Einstellung der Sync-Kanäle und die Konfiguration der PDOs nur im Zustand ”Pre-Operational” durchgeführt werden.

Unter EtherCAT ist es nicht vorgesehen, die Parametrierung des Slave selbst durchzuführen. Zu diesem Zweck stehen die Gerätebeschreibungsdateien zur Verfügung. In ihnen ist die gesamte Parametrierung, inklusive der PDO Parametrierung vorgegeben und wird vom Master während der Initialisierung so verwendet.

Sämtliche Änderungen der Parametrierung sollten daher nicht per Hand, sondern in den Gerätebeschreibungsdateien erfolgen. Zu diesem Zweck sind die für den Anwender wichtigen Sektionen der Gerätebeschreibungsdateien in Abschnitt 5.8 näher beschrieben.

Die hier beschriebenen Sync-Kanäle entsprechen NICHT den von CANopen bekannten Sync-Telegrammen. CANopen-Sync-Telegramme können weiterhin als SDOs über die unter CoE implementierte SDO-Schnittstelle übertragen werden, beeinflussen aber nicht direkt die oben beschriebenen Sync-Kanäle.

5.1.2 Neue und geänderte CANopen-Kommunikationsobjekte unter CoE

Die folgende Tabelle gibt eine Übersicht über die verwendeten Indizes und Subindizes für die CANopen-kompatiblen Kommunikationsobjekte, die für das Feldbussystem EtherCAT im Bereich von 0×1000h bis 0×1FFFh eingefügt wurden. Diese ersetzen hauptsächlich die Kommunikationsparameter nach CiA 301.

Wert	Bedeutung	Erlaubt bei
0x1000	Device Type	Identifier der Gerätesteuerung
0x1018	Identity Object	Vendor-ID, Product-Code, Revision. Seriennr.
0x1100	EtherCAT fixed station address	Feste Adresse, die dem Slave während der Initialisierung durch den Master zugewiesen wird
0x1600	1. RxPDO Mapping	Identifier des 1. Receive
0x1601	2. RxPDO Mapping	Identifier des 2. Receive
0x1602	3. RxPDO Mapping	Identifier des 3. Receive
0x1603	4. RxPDO Mapping	Identifier des 4. Receive
0x1A00	1. TxPDO Mapping	Identifier des 1. Transmit
0x1A01	2. TxPDO Mapping	Identifier des 2. Transmit
0x1A02	3. TxPDO Mapping	Identifier des 3. Transmit
0x1A003	4. TxPDO Mapping	Identifier des 4. Transmit
0x1C00	Sync Manager Communication Type	Objekt zur Konfiguration der einzelnen Sync-Kanäle (SDO oder PDO Transfer)
0x1C10	Sync Manager PDO Mapping for Syncchannel 0	Zuordnung des Sync-Kanal 0 zu einem PDO/SDO (Kanal 0 ist immer reserviert für den Mailbox Receive SDO Transfer)
0x1C11	Sync Manager PDO Mapping for Syncchannel 1	Zuordnung des Sync-Kanal 1 zu einem PDO/SDO (Kanal 1 ist immer reserviert für den Mailbox Send SDO Transfer)
0x1C12	Sync Manager PDO Mapping for Syncchannel 2	Zuordnung des Sync-Kanal 2 zu einem PDO (Kanal 2 ist reserviert für Receive PDOs)
0x1C13	Sync Manager PDO Mapping for Syncchannel 3	Zuordnung des Sync-Kanal 3 zu einem PDO (Kanal 3 ist reserviert für Transmit PDOs)

Tab. 5/1: Neue und geänderte Kommunikationsobjekte

In den nachfolgenden Kapitel werden die Objekte 0×1C00 und 0×1C10 bis 0×1C13 genauer beschrieben, da sie nur unter dem EtherCAT-CoE-Protokoll definiert und implementiert sind und daher im CANopen-Handbuch für den Motorcontroller CMMP-AS nicht dokumentiert sind.

Der Motorcontroller CMMP-AS mit dem EtherCAT-Interface unterstützt vier Receive-PDOs (RxPDO) und vier Trasmit-PDOs (TxPDO).

Die Objekte 0x1008, 0x1009 und 0x100A werden vom CMMP-AS nicht unterstützt, da keine Klartext-Strings aus dem Motorcontroller gelesen werden können.

Objekt 1100h - EtherCAT fixed station address

Über dieses Objekt wird dem Slave während der Initialisierungsphase eine eindeutige Adresse zugewiesen. Das Objekt hat die folgende Bedeutung:

Index	**1011h**
Name	EtherCAT fixed station address
Object Code	V
Data Type	uint16
Access	ro
PDO Mapping	no
Value Range	0...FFFFh
Default Value	0

Objekt 1C00h - Sync Manager Communication Type

Über dieses Objekt kann die Transferart für die verschiedenen Kanäle des EtherCAT-Sync-Managers ausgelesen werden. Da der CMMP-AS unter dem EtherCAT-CoE-Protokoll nur die ersten vier Sync-Kanäle unterstützt, sind die folgenden Objekte nur lesbar (vom Typ ”read only”).
Dadurch ist die Konfiguration des Sync-Managers für den CMMP-AS fest konfiguriert. Die Objekte haben die folgende Bedeutung:

Index	**1C00h**
Name	Sync Manager Communication Type
Object Code	Array
Data Type	uint8

Sub-Index	**00h**
Description	Number of used Sync Manager Channels
Access	ro
PDO Mapping	no
Value Range	4
Default Value	4

Sub-Index	**01h**
Description	Communication Type Sync Channel 0
Access	ro
PDO Mapping	no
Value Range	2: Mailbox Transmit (Master => Slave)
Default Value	2: Mailbox Transmit (Master => Slave)

Sub-Index	**02h**
Description	Communication Type Sync Channel 1
Access	ro
PDO Mapping	no
Value Range	2: Mailbox Transmit (Master <= Slave)
Default Value	2: Mailbox Transmit (Master <= Slave)

Sub-Index	**03h**
Description	Communication Type Sync Channel 2
Access	ro
PDO Mapping	no
Value Range	0: unused 3: Process Data Output (RxPDO / Master => Slave)
Default Value	3

Sub-Index	**04h**
Description	Communication Type Sync Channel 3
Access	ro
PDO Mapping	no
Value Range	0: unused 4: Process Data Input (TxPDO / Master <= Slave)
Default Value	4

Objekt 1C10h - Sync Manager Channel 0 (Mailbox Receive)

Über dieses Objekt kann ein PDO für den Sync-Kanal 0 konfiguriert werden. Da der Sync-Kanal 0 immer durch das Mailbox-Telegrammprotokoll belegt ist, kann dieses Objekt vom Anwender nicht geändert werden. Das Objekt hat daher immer die folgenden Werte:

Index	**1C10h**
Name	Sync Manager Channel 0 (Mailbox Receive)
Object Code	Array
Data Type	uint8

Sub-Index	**00h**
Description	Number of assigned PDOs
Access	ro
PDO Mapping	no
Value Range	0 (no PDO assigned to this channel)
Default Value	0 (no PDO assigned to this channel)

Der durch die EtherCAT-Spezifikation für den Subindex 0 dieser Objekte festgelegte Name "Number of assigned PDOs" ist hier irreführend, da die Sync-Manager-Kanäle 0 und 1 immer durch das Mailbox-Telegramm belegt sind. In dieser Telegrammart werden unter EtherCAT-CoE immer SDOs übertragen. Der Subindex 0 dieser beiden Objekte bleibt also unbenutzt.

Objekt 1C11h - Sync Manager Channel 1 (Mailbox Send)

Über dieses Objekt kann ein PDO für den Sync-Kanal 1 konfiguriert werden. Da der Sync-Kanal 1 immer durch das Mailbox-Telegrammprotokoll belegt ist, kann dieses Objekt vom Anwender nicht geändert werden. Das Objekt hat daher immer die folgenden Werte:

Index	**1C11h**
Name	Sync Manager Channel 1 (Mailbox Send)
Object Code	Array
Data Type	uint8

Sub-Index	**00h**
Description	Number of assigned PDOs
Access	ro
PDO Mapping	no
Value Range	0 (no PDO assigned to this channel)
Default Value	0 (no PDO assigned to this channel)

Objekt 1C12h - Sync Manager Channel 2 (Process Data Output)

Über dieses Objekt kann ein PDO für den Sync-Kanal 2 konfiguriert werden. Der Sync-Kanal 2 ist fest für den Empfang von Receive-PDOs (Master => Slave) vorgesehen. In diesem Objekt muss unter dem Subindex 0 die Anzahl der PDOs eingestellt werden, die diesem Sync-Kanal zugeordnet sind.

In den Subindizes 1 bis 4 wird anschließend die Objektnummer des PDOs eingetragen, das dem Kanal zugeordnet werden soll. Dabei können hier nur die Objektnummern der vorher konfigurierten Receive-PDOs benutzt werden (Objekt 1600h bis 1603h).

In der gegenwärtigen Implementierung erfolgt keine weitere Auswertung der Daten der u.a. Objekte durch die Firmware des Motorcontrollers.

Es wird die CANopen-Konfiguration der PDOs für die Auswertung unter EtherCAT herangezogen.

Index	**1C12h**
Name	Sync Manager Channel 2 (Process Data Output)
Object Code	Array
Data Type	uint8

Sub-Index	**00h**
Description	Number of assigned PDOs
Access	rw
PDO Mapping	no
Value Range	0: no PDO assigned to this channel 1: one PDO assigned to this channel 2: two PDOs assigned to this channel 3: three PDOs assigned to this channel 4: four PDOs assigned to this channel
Default Value	0 :no PDO assigned to this channel

Sub-Index	**01h**
Description	PDO Mapping object Number of assigned RxPDO
Access	rw
PDO Mapping	no
Value Range	0x1600: first Receive PDO
Default Value	0x1600: first Receive PDO

Sub-Index	**02h**
Description	PDO Mapping object Number of assigned RxPDO
Access	rw
PDO Mapping	no
Value Range	0x1601: first Receive PDO
Default Value	0x1601: first Receive PDO

Sub-Index	**03h**
Description	PDO Mapping object Number of assigned RxPDO
Access	rw
PDO Mapping	no
Value Range	0x1602: first Receive PDO
Default Value	0x1602: first Receive PDO

Sub-Index	**04h**
Description	PDO Mapping object Number of assigned RxPDO
Access	rw
PDO Mapping	no
Value Range	0x1603: first Receive PDO
Default Value	0x1603: first Receive PDO

Objekt 1C13h - Sync Manager Channel 3 (Process Data Input)

Über dieses Objekt kann ein PDO für den Sync-Kanal 3 konfiguriert werden. Der Sync-Kanal 3 ist fest für das Senden von Transmit-PDOs (Master <= Slave) vorgesehen. In diesem Objekt muss unter dem Subindex 0 die Anzahl der PDOs eingestellt werden, die diesem Sync-Kanal zugeordnet sind.

In den Subindizes 1 bis 4 wird anschließend die Objektnummer des PDOs eingetragen, das dem Kanal zugeordnet werden soll. Dabei können hier nur die Objektnummern der vorher konfigurierten Transmit-PDOs benutzt werden (0x1A00 bis 0x1A03).

In der gegenwärtigen Implementierung erfolgt keine weitere Auswertung der Daten der u.a. Objekte durch die Firmware des Motorcontrollers. Es wird die CANopen Konfiguration der PDOs für die Auswertung unter EtherCAT herangezogen.

Index	**1C13h**
Name	Sync Manager Channel 3 (Process Data Input)
Object Code	Array
Data Type	uint8

Sub-Index	**00h**
Description	Number of assigned PDOs
Access	rw
PDO Mapping	no
Value Range	0: no PDO assigned to this channel 1: one PDO assigned to this channel 2: two PDOs assigned to this channel 3: three PDOs assigned to this channel 4: four PDOs assigned to this channel
Default Value	0 :no PDO assigned to this channel

Sub-Index	**01h**
Description	PDO Mapping object Number of assigned TxPDO
Access	rw
PDO Mapping	no
Value Range	0x1A00: first Transmit PDO
Default Value	0x1A00: first Transmit PDO

Sub-Index	**02h**
Description	PDO Mapping object Number of assigned TxPDO
Access	rw
PDO Mapping	no
Value Range	0x1A01: first Transmit PDO
Default Value	0x1A01: first Transmit PDO

Sub-Index	**03h**
Description	PDO Mapping object Number of assigned TxPDO
Access	rw
PDO Mapping	no
Value Range	0x1A02: first Transmit PDO
Default Value	0x1A02: first Transmit PDO

Sub-Index	04h
Description	PDO Mapping object Number of assigned TxPDO
Access	rw
PDO Mapping	no
Value Range	0x1A03: first Transmit PDO
Default Value	0x1A03: first Transmit PDO

5.1.3 Nicht unterstützte CANopen-Kommunikationsobjekte unter CoE

Bei einer Anbindung des CMMP-AS unter “CANopen over EtherCAT” werden einige CANopen-Objekte nicht unterstützt, die unter einer direkten Anbindung des CMMP-AS über CANopen vorhanden sind. Diese Objekte sind in der folgenden Tabelle aufgeführt:

Identifier	Name	Bedeutung
0x1008	Manufacturer Device Name (String)	Gerätename (Objekt ist nicht vorhanden)
0x1009	Manufacturer Hardware Version (String)	HW-Version (Objekt ist nicht vorhanden)
0x100A	Manufacturer Software Version (String)	SW-Version (Objekt ist nicht vorhanden)
0x6089	position_notation_index	Gibt die Anzahl der Nachkommastellen zur Anzeige von Positionswerten in der Steuerung an. Das Objekt ist nur als Datencontainer vorhanden. Es erfolgt keine weitere Auswertung durch die Firmware.
0x608A	position_dimension_index	Gibt die Einheit zur Anzeige von Positionswerten in der Steuerung an. Das Objekt ist nur als Datencontainer vorhanden. Es erfolgt keine weitere Auswertung durch die Firmware.

Identifier	Name	Bedeutung
0x608B	velocity_notation_index	Gibt die Anzahl der Nachkommastellen zur Anzeige von Geschwindigkeitswerten in der Steuerung an. Das Objekt ist nur alsDatencontainer vorhanden. Es erfolgt keine weitere Auswertung durch die Firmware.
0x608C	velocity_dimension_index	Gibt die Einheit zur Anzeige von Geschwindigkeitswerten in der Steuerung an. Das Objekt ist nur als Datencontainer vorhanden. Es erfolgt keine weitere Auswertung durch die Firmware.
0x608D	acceleration_notation_index	Gibt die Anzahl der Nachkommastellen zur Anzeige von Beschleunigungswerten in der Steuerung an. Das Objekt ist nur als Datencontainer vorhanden. Es erfolgt keine weitere Auswertung durch die Firmware.
0x608E	acceleration_dimension_index	Gibt die Einheit zur Anzeige von Beschleunigungswerten in der Steuerung an. Das Objekt ist nur als Datencontainer vorhanden. Es erfolgt keine weitere Auswertung durch die Firmware.

5.2 FHPP-Profil

Als Alternative zum DS301/402-Profil kann auch das FHPP-Profil verwendet werden. Hierbei können alle FHPP-Objekte verwendet werden, die im FHPP-Handbuch für Motorcontroller Typ CMM... aufgeführt sind.

Kurzvorstellung FHPP

Zugeschnitten auf die Zielapplikationen für Handhabungs- und Positionieraufgaben hat Festo ein optimiertes Datenprofil entwickelt, das “Festo Handling and Positioning Profile (FHPP)”.
Das FHPP ermöglicht eine einheitliche Steuerung und Programmierung für die verschiedenen Feldbussysteme und Controller von Festo.

Dazu definiert es für den Anwender weitgehend einheitlich

– Betriebsarten,

– E/A-Datenstruktur,

– Parameterobjekte,

– Ablaufsteuerung.

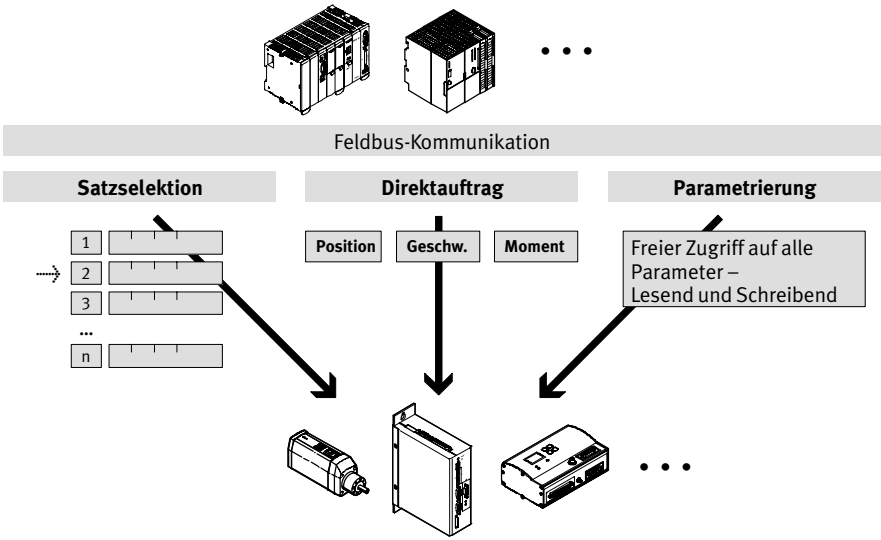

Bild 5/2: Prinzip FHPP

Steuer- und Status-Daten

Die Kommunikation über den Feldbus erfolgt über 8 Byte Steuer- und Status-Daten. Im Betrieb benötigte Funktionen und Statusmeldungen sind direkt schreib- und lesbar.

Satzselektion

Mit der Betriebsart Satzselektion können gespeicherte Verfahrsätze ausgeführt werden.
Hierzu werden bei der Inbetriebnahme Verfahrsätze mit dem Festo Configuration Tool parametriert oder über FHPP geteacht.

Direktauftrag

In der Betriebsart Direktauftrag werden die wesentlichen Verfahrdaten direkt über die Steuerbytes übergeben.

– Zielpositionen, Geschwindigkeiten und Momente können zur Laufzeit von der Steuerung je nach Betriebszustand ermittelt und vorgegeben werden.

– Keine Beschränkung durch die Anzahl der gespeicherten Verfahrsätze.

Parametrierung

Über den Parameterkanal kann die Steuerung auf alle Parameterwerte des Controllers über den Feldbus zugreifen.
Hierfür werden weitere 8 Byte E/A-Daten verwendet.

Konzept

Eine SPS tauscht mit dem FHPP folgende Daten aus:

- 8 Byte Steuer- und Status-Daten:
  - Steuer- und Statusbytes,
  - Satznummer bzw. Sollposition in den A-Daten,
  - Rückmeldung von Istposition und Satznummer in den E-Daten,
  - weitere betriebsartenabhängige Soll- und Istwerte,
- Bei Bedarf weitere 8 Byte E und 8 Byte A-Daten für die Parametrierung nach FPC.

Das FHPP-Protokoll sieht grundsätzlich 8 Byte E- und 8 Byte A-Daten vor. Davon ist das erste Byte fix (bei den FHPP-Betriebsarten Satzselektion und Direktauftrag die ersten 2 Bytes). Es bleibt in jedem Betriebsmodus erhalten und steuert die Freigabe des Controllers und die FHPP-Betriebsarten. Die weiteren Bytes sind abhängig von der gewählten FHPP-Betriebsart. Hier können weitere Steuer- bzw. Statusbytes und Soll- und Istwerte übertragen werden.

In den zyklischen Daten sind weitere 8 Byte E und 8 Byte A-Daten zulässig, zur Übertragung von Parametern nach dem FPC-Protokoll.

Beachten Sie ggf. die Spezifikation im Busmaster bei der Darstellung von Worten und Doppelworten (Intel/Motorola).
Z. B. beim Senden über CAN erfolgt die Darstellung in der “little endian”-Darstellung (niederwertigstes Byte zuerst).

FHPP mit EtherCAT

Das FHPP Daten werden für die EtherCAT Kommunikation jeweils auf zwei Prozessdaten-Objekte aufgeteilt. Zur Übertragung wird ebenfalls das Protokoll CoE verwendet.

Unterstützte Prozessdaten-Objekte	**Festes Datenmapping der FHPP-Daten**
TxPDO 1	FHPP Standard 8 Byte Steuerdaten
TxPDO 2	FPC-Parameterkanal Anforderung zum Lesen/Schreiben von FHPP-Parameterwerten
RxPDO 1	FHPP Standard 8 Byte Statusdaten
RxPDO 2	FPC-Parameterkanal Übertragen von angeforderten FHPP-Parameterwerten

Für eine ausführliche Beschreibung des FHPP-Datenprofils wird hier auf folgendes Handbuch verwiesen:
“Festo Handling and Positioning Profile”
P.BE-CMM-FHPP-SW-....

5.3 Kommunikations-Zustandsmaschine

Wie in fast allen Feldbusanschaltungen für Motorcontroller muss der angeschlossene Slave (hier der Motorcontroller CMMP-AS) vom Master erst initialisiert werden, bevor er in einer Anwendung durch den Master verwendet werden kann. Zu diesem Zweck ist für die Kommunikation eine Zustandsmaschine (Statemachine) definiert, die einen festen Handlungs-ablauf für eine solche Initialisierung festlegt.

Solch eine Statemachine ist auch für das EtherCAT-Interface definiert. Dabei dürfen Wechsel zwischen den einzelnen Zuständen der Statemachine nur zwischen bestimmten Zuständen stattfinden und werden immer durch den Master initiiert. Ein Slave darf von sich aus keinen Zustandswechsel vornehmen. Die einzelnen Zustände und die erlaubten Zustandswechsel sind in den folgenden Tabellen und Abbildungen beschrieben.

Zustand	Beschreibung
Power ON	Das Gerät wurde eingeschaltet. Es initialisiert sich selbst und schaltet direkt in den Zustand ”Init”.
Init	In diesem Zustand wird der EtherCAT-Feldbus durch den Master synchronisiert. Dazu gehört auch das Einrichten der asynchronen Kommunikation zwischen Master und Slave (Mailbox-Telegrammprotokoll). Es findet noch keine direkte Kommunikation zwischen Master und Slave statt. Die Konfiguration startet, gespeicherte Werte werden geladen. Wenn alle Geräte, die an den Bus angeschlossen sind und konfiguriert wurden, wird in den Zustand ”Pre-Operational” gewechselt.
Pre-Operational	In diesem Zustand ist die asynchrone Kommunikation zwischen Master und Slave aktiv. Dieser Zustand wird vom Master benutzt, um mögliche zyklische Kommuni-kation über PDOs einzurichten und notwendige Parametrierungen über die azyklische Kommunikation vorzunehmen. Wenn dieser Zustand fehlerfrei durchlaufen wurde, wechselt der Master in den Zustand ”Safe-Operational”.

Zustand	Beschreibung
Safe-Operational	Dieser Zustand wird benutzt, um alle Geräte, die an den EtherCAT-Bus angeschlossen sind, in einen sicheren Zustand zu versetzen. Dabei sendet der Slave aktuelle Istwerte an den Master, ignoriert allerdings neue Sollwerte vom Master und benutzt stattdessen sichere Defaultwerte. Wenn dieser Zustand fehlerfrei durchlaufen wurde, wechselt der Master in den Zustand "Operational".
Operational	In diesem Zustand ist sowohl die azyklische, als auch die zyklische Kommunikation aktiv. Master und Slave tauschen Soll- und Istwertdaten aus. In diesem Zustand kann der CMMP-ASüber das CoE Protokoll freigegeben und verfahren werden.

Zwischen den einzelnen Zuständen der Kommunikations-Zustandsmaschine sind nur Übergänge gemäß Bild 5/3 erlaubt:

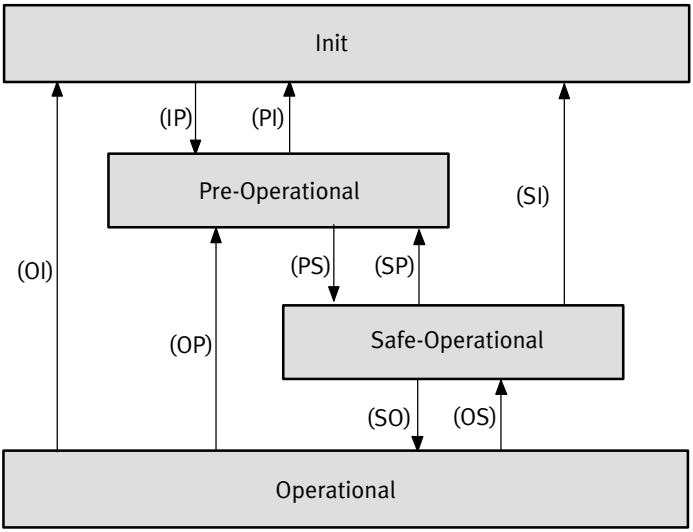

Bild 5/3: Kommunikations-Zustandsmaschine

In folgenderTabelle sind die Übergänge einzeln beschrieben.

Statusübergang	Status
IP	Start der azyklischen Kommunikation (Mailbox-Telegrammprotokoll)
PI	Stop der azyklischen Kommunikation (Mailbox-Telegrammprotokoll)
PS	Start Inputs Update: Start der zyklischen Kommunikation (Process Data-Telegrammprotokoll). Slave sendet Istwerte an Master. Der Slave ignoriert Sollwerte vom Master und benutzt interne Defaultwerte.
SP	Stop Input Update: Stop der zyklischen Kommunikation (Process Data-Telegrammprotokoll). Der Slave sendet keine Istwerte mehr an den Master.
SO	Start Output Update: Der Slave wertet aktuelle Sollwertvorgaben des Master aus.
OS	Stop Output Update: Der Slave ignoriert die Sollwerte vom Master und benutzt interne Defaultwerte.
OP	Stop Output Update, Stop Input Update: Stop der zyklischen Kommunikation (Process Data-Telegrammprotokoll). Der Slave sendet keine Istwerte mehr an den Master und der Master sendet keine Sollwerte mehr an den Slave.
SI	Stop Input Update, Stop Mailbox Communication: Stop der zyklischen Kommunikation (Process Data-Telegrammprotokoll) und Stop der azyklischen Kommunikation (Mailbox-Telegrammprotokoll). Der Slave sendet keine Istwerte mehr an den Master und der Master sendet keine Sollwerte mehr an den Slave.
OI	Stop Output Update , Stop Input Update, Stop Mailbox Communication: Stop der zyklischen Kommunikation (Process Data-Telegrammprotokoll) und Stop der azyklischen Kommunikation (Mailbox-Telegrammprotokoll). Der Slave sendet keine Istwerte mehr an den Master und der Master sendet keine Sollwerte mehr an den Slave.

In der EtherCAT-Statemachine ist zusätzlich zu den hier aufgeführten Zuständen der Zustand ”Bootstrap” spezifiziert. Dieser Zustand ist angedacht, um bei laufendem EtherCAT-Protokoll eine neue Firmware in den Slave zu laden.
Da beim Motorcontroller CMMP-AS ein Firmwaredownload über die RS232-Schnittstelle durchgeführt wird, ist dieser Zustand für den Motorcontroller CMMP-AS nicht implementiert.

5.3.1 Unterschiede zwischen den Zustandsmaschinen von CANopen und EtherCAT

Beim Betrieb des CMMP-AS über das EtherCAT-CoE-Protokoll wird an Stelle der CANopen-NMT-Statemachine die EtherCAT-Statemachine verwendet. Diese unterscheidet sich in einigen Punkten von der CANopen-Statemachine. Diese Unterschiede im Verhalten sind nachfolgend aufgeführt:

– Kein direkter Übergang von Pre-Operational nach Power On

– Kein Stopped-Zustand, sondern direkter Übergang in den INIT-Zustand

– Zusätzlicher Zustand: Safe-Operational

In folgender Tabelle sind die unterschiedlichen Zustände gegenübergestellt:

EtherCAT State	**CANopen NMT State**
Power ON	Power-On (Initialisierung)
Init	Stopped
Safe-Operational	---
Operational	Operational

5.4 SDO-Frame

Alle Daten eines SDO-Transfers werden bei CoE über SDO-Frames übertragen. Diese Frames haben den folgenden Aufbau:

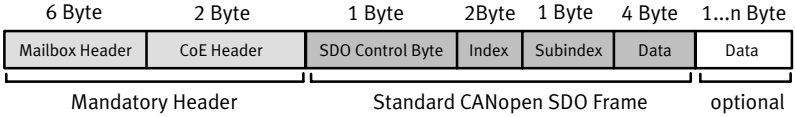

Bild 5/4: SDO-Frame: Telegrammaufbau

Mailbox Header	Daten für die Mailbox-Kommunikation (Länge, Adresse und Typ)
CoE Header	Kennung des CoE-Services
SDO Control Byte	Kennung für einen Lese- oder Schreibbefehl
Index	Hauptindex des CANopen-Kommunikationsobjekts
Subindex	Subindex des CANopen-Kommunikationsobjekts
Data	Dateninhalt des CANopen-Kommunikationsobjekts
Data (optional)	Weitere optionale Daten. Diese Option wird vom Motorcontroller CMMP-AS nicht unterstützt, da nur Standard-CANopen-Objekte angesprochen werden können. Die maximale Größe dieser Objekte ist 32 Bit.

Um ein Standard-CANopen-Objekt über einen solchen SDO-Frame zu übertragen, wird der eigentliche CANopen-SDO-Frame in einen EtherCAT-SDO-Frame verpackt und übertragen.

Standard-CANopen-SDO-Frames können verwendet werden für:

- Initialisierung des SDO-Downloads
- Download des SDO-Segments
- Initialisierung des SDO-Uploads
- Upload des SDO-Segments
- Abbruch des SDO-Transfers
- SDO upload expedited request
- SDO upload expedited response
- SDO upload segmented request (max 1 Segment mit 4 Byte Nutzdaten)
- SDO upload segmented response (max 1 Segment mit 4 Byte Nutzdaten)

Alle oben angegebenen Transferarten werden vom Motorcontroller CMMP-AS unterstützt.
Da bei Verwendung der CoE-Implementierung des CMMP-AS nur die Standard-CANopen-Objekte angesprochen werden können, deren Größe auf 32 Bit (4 Byte) begrenzt ist, werden die Transferarten nur bis zu einer maximalen Datenlänge von 32 Bit (4 Byte) unterstützt.

5.5 PDO-Frame

Die Process Data Objects (PDO) dienen der zyklischen Übertragung von Soll- und Istwertdaten zwischen Master und Slave. Sie müssen vor dem Betrieb des Slave im Zustand "Pre-Operational" durch den Master konfiguriert werden. Anschließend werden sie in PDO-Frames übertragen. Diese PDO-Frames haben den folgenden Aufbau:

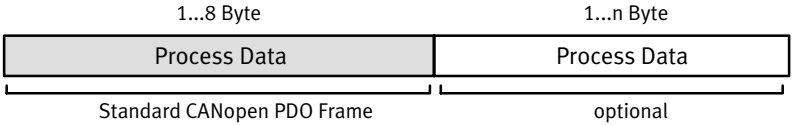

Bild 5/5: PDO-Frame: Telegrammaufbau

Process Data	Dateninhalt des PDOs (Process Data Object)
Process Data (optional)	Optionale Dateninhalte weiterer PDOs

Um ein PDO über das EtherCAT-CoE-Protokoll zu übertragen, müssen die Transmit- und Receive-PDOs zusätzlich zur PDO-Konfiguration (PDO Mapping) einem Übertragungskanal des Sync-Managers zugeordnet werden (siehe Kapitel 6.1.1 "Konfiguration der Kommunikationsschnittstelle"). Dabei findet der Datenaustausch von PDOs für den Motorcontroller CMMP-AS ausschließlich über das EtherCAT-Prozessdaten-Telegrammprotokoll statt.

Die Übertragung von CANopen-Prozessdaten (PDOs) über die azyklische Kommunikation (Mailbox-Telegrammprotokoll) wird vom Motorcontroller CMMP-AS nicht unterstützt.

Da intern im Motorcontroller CMMP-AS alle über das EtherCAT-CoE-Protokoll ausgetauschten Daten direkt an die interne CANopen-Implementierung weitergereicht werden, wird auch das PDO-Mapping wie im CANopen-Handbuch "Motorcontroller CMMP-AS" beschrieben realisiert. Das folgende Bild soll diesen Vorgang veranschaulichen:

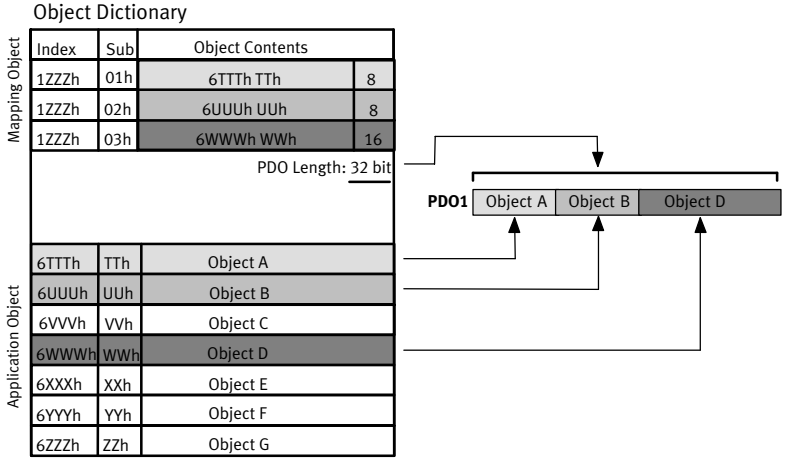

Bild 5/6: PDO-Mapping

Durch die einfache Weitergabe der über CoE empfangenen Daten an das im CMMP-AS implementierte CANopen-Protokoll können für die zu parametrierenden PDOs neben dem Mapping der CANopen-Objekte auch die für das CANopen-Protokoll für den CMMP-AS verfügbaren “Transmission Types” der PDOs verwendet werden.

Der Motorcontroller CMMP-AS unterstützt auch den Transmission Type ”Sync Message”. Wobei die Sync Message über EtherCAT nicht gesendet zu werden braucht.

Es wird entweder das Eintreffen des Telegramms oder der Hardware-Synchronisationspuls des ”Distributed Clocks”-Mechanismus (s.u.) zur Datenübernahme verwendet.
Das EtherCAT-Interface für CMMP-AS unterstützt durch Einsatz des FPGA-Bausteins ESC20 eine Synchronisation über den unter EtherCAT spezifizierten Mechanismus der “Distributed Clocks” (verteilte Uhren). Auf diesen Takt wird der Stromregler des Motorcontrollers CMMP-AS synchronisiert und es erfolgt die Auswertung bzw. das Senden der entsprechend konfigurierten PDOs.

Für weitergehende Informationen sei hier auf das CANopen-Handbuch des Motorcontrollers CMMP-AS verwiesen.

Der Motorcontroller CMMP-AS mit dem EtherCAT-Interface unterstützt die Funktionen:

– Zyklisches PDO-Frame-Telegramm durch das Prozessdaten-Telegrammprotokoll.

– Synchrones PDO-Frame-Telegramm durch das Prozessdaten-Telegrammprotokoll.

Der Motorcontroller CMMP-AS mit EtherCAT-Interface unterstützt vier Receive-PDOs (RxPDO) und vier Transmit-PDOs (TxPDO).

5.6 Error Control

Die EtherCAT-CoE-Implementierung für den Motorcontroller CMMP-AS überwacht folgende Fehlerzustände des EtherCAT-Feldbus:

- FPGA ist nicht bereit bei Start des Systems.
- Es ist ein Busfehler aufgetreten.
- Es ist ein Fehler auf dem Mailbox-Kanal aufgetreten. Folgende Fehler werden hier überwacht:
  - Es wird ein unbekannter Service angefragt.
  - Es soll ein anderes Protokoll als CANopen over EtherCAT (CoE) verwendet werden.
  - Es wird ein unbekannter Sync-Manager angesprochen.

Alle diese Fehler sind als entsprechende Error-Codes für den Motorcontroller CMMP-AS definiert. Tritt einer der oben genannten Fehler auf, wird er über einen “Standard Emergency Frame” an die Steuerung übertragen. Hierzu siehe auch Kapitel 5.7 ”Emergency Frame” und Kapitel 7.1 ”Servicefunktionen und Störungsmeldungen”.

Der Motorcontroller CMMP-AS mit EtherCAT-Interface unterstützt die Funktion:

- Application Controller übermittelt aufgrund eines Ereignisses eine definierte Fehlermeldungsnummer (Error-Control-Frame-Telegramm vom Regler).

5.7 Emergency Frame

Über den EtherCAT-CoE-Emergency-Frame werden Fehlermeldungen zwischen Master und Slave ausgetauscht. Die CoE-Emergency-Frames dienen dabei direkt der Übertragung der unter CANopen definierten “Emergency Messages”. Dabei werden die CANopen-Telegramme, wie für die SDO- und PDO-Übertragung auch, einfach durch die CoE-Emergency-Frames getunnelt.

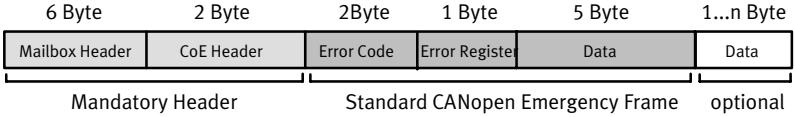

Bild 5/7: Emergency Frame: Telegrammaufbau

Mailbox Header	Daten für die Mailbox-Kommunikation (Länge, Adresse und Typ)
CoE Header	Kennung des CoE-Services
ErrorCode	Error Code der CANopen-EMERGENCY-Message
Error Register	Error Register der CANopen-EMERGENCY-Message
Data	Dateninhalt der CANopen-EMERGENCY-Message
Data (optional)	Weitere optionale Daten. Da in der CoE-Implementation für den Motorcontroller CMMP-AS nur die Standard-CANopen-Emergency-Frames unterstützt werden, wird das ”Data (optional)” Feld nicht unterstützt.

Da auch hier eine einfache Weitergabe der über CoE empfangenen und gesendeten “Emergency Messages” an das im Motorcontroller implementierte CANopen-Protokoll stattfindet, können alle Fehlermeldungen im CANopen-Handbuch zum Motorcontroller CMMP nachgeschlagen werden.

5.8 Anpassung der XML-Gerätebeschreibungsdatei

Wie schon im Abschnitt 2.5 ”XML-Beschreibungsdatei” erwähnt, wird unter EtherCAT jedes Gerät über eine Gerätebeschreibungsdatei beschrieben. Diese Datei kann zur einfachen Anbindung der EtherCAT-Geräte an eine EtherCAT-Steuerung verwendet werden. In dieser Datei ist die komplette Parametrierung des Slave, inklusive Parametrierung des Sync-Managers und der PDOs, enthalten. Aus diesem Grund kann eine Änderung der Konfiguration des Slave über diese Datei geschehen.

Für den Motorcontroller CMMP-AS hat Festo solch eine Gerätebeschreibungsdatei erstellt. Sie kann von der Festo Hompepage heruntergeladen werden. Um es dem Anwender zu ermöglichen, diese Datei an seine Applikation anzupassen, wird ihr Inhalt hier genauer erklärt.

In der verfügbaren Gerätebeschreibungsdatei werden sowohl das DS402-Profil als auch das FHPP-Profil über separat anwählbare Module unterstützt.

5.8.1 Grundsätzlicher Aufbau der Gerätebeschreibungsdatei

Die EtherCAT-Gerätebeschreibungsdatei ist im XML-Format gehalten. Dieses Format hat den Vorteil, dass es mit einem Standard-Texteditor gelesen und editiert werden kann. Eine XML-Datei beschreibt dabei immer eine Baumstruktur. In ihr sind einzelne Zweige durch Knoten definiert. Diese Knoten haben eine Anfangs- und Endmarkierung. Innerhalb eines Knotens können beliebig viele Unterknoten enthalten sein.

BEISPIEL: Grobe Erläuterung des grundsätzlichen Aufbaus einer XML Datei:

```
‹car›
    ‹engine›
        ‹pistons›4‹/pistons›
        ‹valves›8‹/valves›
        ‹power›78 kW‹/power›
        ...
    ‹/engine›
    ‹chassis›
        ‹interior›
        ...
        ‹/interior›
        ...
    ‹/chassis›
    ...
‹/car›
```

Für den Aufbau einer XML-Datei müssen folgende kurze Regeln eingehalten werden:

– Jeder Knoten hat einen eindeutigen Namen.

– Jeder Knoten wird geöffnet mit ‹Knotenname› und geschlossen mit ‹/Knotenname›.

Die Gerätebeschreibungsdatei für den Motorcontroller CMMP-AS unter EtherCAT-CoE gliedert sich in folgende Unterpunkte:

Knotenname	Bedeutung	Anpassbar
Vendor	Dieser Knoten enthält den Namen und die ID des Herstellers des Gerätes, zu dem diese Beschreibungsdatei gehört. Zusätzlich ist der Binärcode einer Bitmap mit dem Logo des Herstellers enthalten.	nein
Description	Dieser Unterpunkt enthält die eigentliche Gerätebeschreibung samt Konfiguration und Initialisierung.	teilweise
Group	Dieser Knoten enthält die Zuordnung des Gerätes zu einer Gerätegruppe. Diese Gruppen sind festgelegt und dürfen vom Anwender nicht verändert werden.	nein
Devices	Dieser Unterpunkt enthält die eigentliche Beschreibung des Gerätes.	teilweise

In der folgenden Tabelle werden ausschließlich die Unterknoten des Knotens ”Descriptions” beschrieben, die für die Parametrierung des Motorcontrollers CMMP-AS unter CoE notwendig sind. Alle anderen Knoten sind fest und dürfen vom Anwender nicht verändert werden.

Knotenname	Bedeutung	Anpassbar
RxPDO Fixed=...	Dieser Knoten enthält das PDO-Mapping und die Zuordnung des PDOs zum Sync-Manager für Receive-PDOs.	ja
TxPDO Fixed=...	Dieser Knoten enthält das PDO-Mapping und die Zuordnung des PDOs zum Sync-Manager für Transmit-PDOs.	ja
Mailbox	Unter diesem Knoten können Kommandos definiert werden, die vom Master während des Phasenübergangs von ”Pre-Operational” nach ”Operational” über SDO-Transfers an den Slave übertragen werden.	ja

Da für den Anwender zur Anpassung der Gerätebeschreibungsdatei ausschließlich die Knoten aus der Tabelle oberhalb wichtig sind, werden diese in den nachfolgenden Kapiteln detailliert beschrieben. Der restliche Inhalt der Gerätebeschreibungsdatei ist fest und darf vom Anwender nicht geändert werden.

Vorsicht
Sollten in der Gerätebeschreibungsdatei Änderungen an anderen Knoten und Inhalten als den Knoten RxPDO, TxPDO und Mailbox vorgenommen werden, kann ein fehlerfreier Betrieb des Gerätes nicht mehr garantiert werden.

5.8.2 Receive-PDO-Konfiguration im Knoten RxPDO

Der Knoten RxPDO dient der Festlegung des Mappings für die Receive-PDOs und deren Zuordnung zu einem Kanal des Sync-Managers. Ein typischer Eintrag in der Gerätebeschreibungsdatei für den Motorcontroller CMMP-AS kann wie folgt aussehen:

```
‹RxPDO Fixed=”1” Sm=”2”›
    ‹Index›#x1600‹/Index›
    ‹Name›Outputs‹/Name›
    ‹Entry›
        ‹Index›#x6040‹/Index›
        ‹SubIndex›0‹/SubIndex›
        ‹BitLen›16‹/BitLen›
        ‹Name›Controlword‹/Name›
        ‹DataType›UINT‹/DataType›
    ‹/Entry›
    ‹Entry›
        ‹Index›#x6060‹/Index›
        ‹SubIndex›0‹/SubIndex›
        ‹BitLen›8‹/BitLen›
        ‹Name›Mode_Of_Operation‹/Name›
        ‹DataType›USINT‹/DataType›
    ‹/Entry›
‹/RxPDO›
```

Wie man in obigen Beispiel erkennen kann, wird das gesamte Mapping des Receive-PDOs in einem solchen Eintrag detailliert beschrieben. Dabei gibt der erste große Block die Objektnummer des PDOs und dessen Typ an. Anschließend folgt eine Liste aller CANopen-Objekte, die in das PDO gemappt werden sollen.

In der folgenden Tabelle sind die einzelnen Einträge genauer beschrieben:

Knotenname	**Bedeutung**	**Anpassbar**
RxPDO Fixed=”1” Sm=”2”	Dieser Knoten beschreibt direkt die Beschaffenheit des Receive-PDOs und seiner Zuordnung zum Sync-Manager. Der Eintrag Fixed=”1” gibt an, dass das Mapping des Objekts nicht geändert werden kann. Der Eintrag Sm=”2” gibt an, dass das PDO dem Sync-Kanal 2 des Sync-Managers zugeordnet werden soll.	nein
Index	Dieser Eintrag enthält die Objektnummer des PDOs. Hier wird das erste Receive-PDO unter der Objektnummer 0x1600 konfiguriert.	ja
Name	Der Name gibt an, ob es sich bei diesem PDO um ein Receive-PDO (Outputs) oder Transmit-PDO (Inputs) handelt. Für ein Receive PDO muss dieser Wert immer auf ”Output” gesetzt sein.	nein
Entry	Der Knoten Entry enthält jeweils ein CANopen-Objekt, das in das PDO gemappt werden soll. Ein Entry-Knoten enthält dabei den Index und Subindex des zu mappenden CANopen-Objekts, sowie dessen Name und Datentyp.	ja

Die Reihenfolge und das Mapping der einzelnen CANopen-Objekte für das PDO entspricht der Reihenfolge, in der sie über die ”Entry”-Einträge in der Gerätebeschreibungsdatei angegeben sind. Die einzelnen Unterpunkte eines ”Entry”-Knotens sind in der folgenden Tabelle angegeben:

Knotenname	Bedeutung	Anpassbar
Index	Dieser Eintrag gibt den Index des CANopen-Objekts an, das in das PDO gemappt werden soll.	ja
Subindex	Dieser Eintrag gibt den Subindex des zu mappenden CANopen-Objekts an.	ja
BitLen	Dieser Eintrag gibt die Größe des zu mappenden Objekts in Bit an. Dieser Eintrag muss immer dem Typ des zu mappenden Objekts entsprechen. Erlaubt: 8 Bit / 16 Bit / 32 Bit.	ja
Name	Dieser Eintrag gibt den Namen des zu mappenden Objekts als String an.	ja
Data Type	Dieser Eintrag gibt den Datentyp des zu mappenden Objekts an. Dieser kann für die einzelnen CANopen-Objekte dem CANopen-Handbuch für den Motorcontroller CMMP entnommen werden.	ja

5.8.3 Transmit-PDO-Konfiguration im Knoten TxPDO

Der Knoten TxPDO dient der Festlegung des Mappings für die Transmit-PDOs und deren Zuordnung zu einem Kanal des Sync-Managers. Die Konfiguration entspricht dabei der der Receive-PDOs aus Abschnitt 5.8.2 ”Receive-PDO-Konfiguration im Knoten RxPDO” mit dem Unterschied, dass der Knoten ”Name” des PDOs anstelle von ”Outputs” auf ”Inputs” gesetzt werden muss.

5.8.4 Initialisierungskommandos über den Knoten ”Mailbox”

Der Knoten ”Mailbox” in der Gerätebeschreibungsdatei dient dem Beschreiben von CANopen-Objekten durch den Master im Slave während der Initialisierungsphase. Die Kommandos und Objekte, die dort beschrieben werden sollen, werden über spezielle Einträge festgelegt. In diesen Einträgen ist der Phasenübergang, bei dem dieser Wert beschrieben werden soll, festgelegt. Weiterhin enthält solch ein Eintrag die CANopen Objektnummer (Index und Subindex), sowie den Datenwert, der geschrieben werden soll und einen Kommentar.

Ein typischer Eintrag hat die folgende Form:

```
‹InitCmd›
    ‹Transition›PS‹/Transition›
    ‹Index#x6060‹/Index›
    ‹SubIndex›0‹/SubIndex›
    ‹Data›03‹/Data›
    ‹Comment›velocity mode‹/Comment›
‹/InitCmd›
```

In obigem Beispiel wird im Zustandsübergang PS von “Pre-Operational” nach “Safe Operational” die Betriebsart im CANopen Objekt ”modes_of_operation” auf ”Drehzahlregelung” gesetzt. Die einzelnen Unterknoten haben folgende Bedeutung:

Knotenname	**Bedeutung**	**Anpassbar**
Transition	Name des Zustandsübergangs, bei dessen Auftreten dieses Kommando ausgeführt werden soll (siehe hierzu Kapitel 6.2 ”Kommunikations-Statemachine”)	ja
Index	Index des zu schreibenden CANopen-Objekts	ja
Subindex	Subindex des zu schreibenden CANopen-Objekts	ja
Data	Datenwert, der geschrieben werden soll, als hexadezimaler Wert	ja
Comment	Kommentar zu diesem Kommando	ja

Vorsicht
In einer Gerätebeschreibungsdatei für den Motorcontroller CMMP-AS sind in dieser Sektion einige Einträge bereits vorgegeben. Diese Einträge müssen erhalten bleiben und dürfen vom Anwender nicht geändert werden.

5.9 Synchronisation (Distributed Clocks)

Die zeitliche Synchronisation wird bei EtherCAT über so genannte ”verteilte Uhren” (Distributed Clocks) realisiert. Dabei enthält jeder EtherCAT-Slave eine Echtzeituhr, die während der Initialisierungsphase durch den Master in allen Slaves synchronisiert wird. Anschließend werden die Uhren in allen Slaves im laufenden Betrieb nachgestellt.

Dadurch ist im gesamten System eine einheitliche Zeitbasis vorhanden, auf die sich die einzelnen Slaves synchronisieren können. Die unter CANopen für diesen Zweck vorgesehenen Sync-Telegramme entfallen unter CoE.

Das im Motorcontroller CMMP-AS verwendete FPGA ESC20 unterstützt Distributed Clocks. Eine sehr exakte zeitliche Synchronisation kann hiermit durchgeführt werden. Die Zykluszeit des EtherCAT-Frames muss exakt zur Zykluszeit tp des reglerinternen Interpolators passen. Gegebenfalls muss die Interpolatorzeit über das in der Gerätebeschreibungsdatei enthaltene Objekt angepasst werden.

In der gegenwärtigen Implementierung ist es aber auch möglich ohne Distributed Clocks eine synchrone Übernahme der PDO-Daten und ein Synchronisieren der reglerinternen PLL auf den synchronen Datenrahmen des EtherCAT-Frames zu erreichen. Hierbei nutzt die Firmware das Eintreffen des EtherCAT-Frames als Zeitbasis.

Es gelten die folgenden Einschränkungen:

– Der Master muss die EtherCAT-Frames mit einem sehr geringen Jitter senden können.

– Die Zykluszeit des EtherCAT-Frames muss exakt zur Zykluszeit tp des reglerinternen Interpolators passen.

– Das Ethernet muss exklusiv für den EtherCAT-Frame zur Verfügung stehen. Andere Telegramme müssen ggf. auf das Raster synchronisiert werden und dürfen nicht den Bus blockieren.

Inbetriebnahme

Kapitel 6

6. Inbetriebnahme 6-1

6.1 Einführung 6-3
6.2 Voraussetzungen 6-4
6.3 Wichtiger Hinweis 6-5
6.4 Schritt für Schritt 6-6
6.4.1 Konfiguration mit FCT 6-6
6.5 Konfiguration an einer Beckhoff-SPS 6-9
6.5.1 Konfiguration der Prozessdaten 6-13

6.1 Einführung

Hier soll beispielhaft gezeigt werden wie ein CMMP-AS konfiguriert werden muss, um ihn an einer Beckhoff-SPS in einem EtherCAT-Netzwerk zu betreiben.

Für die beispielhafte Parametrierung wurden folgende Komponenten verwendet:

- CMMP-AS-C2-3A: Servocontroller
- CAMC-EC: EtherCAT module for the CMMP-AS
- EMMS-AS-55-S-TS: Servomotor
- Beckhoff CX1020-0113: Beckhoff SPS
- Beckhoff CX1100-0004: Beckhoff Netzteil für SPS
- Beckhoff EK1110: Beckhoff EtherCAT Erweiterungsmodul
- Ethernet CAT5e Patch Kabel

6.2 Voraussetzungen

- PC mit Windows 2000/XP/Vista
  - Installiertes FCT-Framework (Version 1.1.5.120)
  - Installiertes FCT-Plugin für CMMP-AS (Version 1.2.0.5xx)
  - Installiertes Beckhoff TwinCAT (getestet mit TwinCAT v2.10.0 Build 1340)
  - XML-Beschreibungsdatei für den CMMP-AS
- CMMP-AS-...* Servocontroller
- EMMS-AS-... * Servomotor
  mit NEBM-...* Motor- und Encoderkabel
- CAMC-EC EtherCAT-Modul
- 24V DC Netzteil
- Kabel für die Leistungsversorgung *

*) Komponenten abhängig von der Anwendung

6.3 Wichtiger Hinweis

Stellen Sie sicher, dass auf dem Zielsystem (SPS) mindestens die Version 2.10 (Build 1328) vorhanden ist! Andernfalls wird der automatische Download der PDO-Konfiguration nicht funktionieren.

Um die aktuellste Version für ihre SPS zu finden, wenden Sie sich bitte an den technischen Support von Beckhoff oder suchen Sie auf der Internetseite ftp://ftp.beckhoff.com/Software/embPC-Control/

6.4 Schritt für Schritt

Verbinden Sie den Servomotor (EMMS-AS-...) mittels der Motor-/Encoderleitung (NEBM-...) mit dem Servocontroller (CMMP-AS-) wie es in den entsprechenden Handbüchern beschrieben ist. Setzen sie das EtherCAT-Modul (CAMC-EC) in den Ext-2-Slot des CMMP-AS ein, wie es in der zugehörigen Beschreibung gezeigt wird.

6.4.1 Konfiguration mit FCT

Hier werden nur die Schritte beschrieben, die direkt den EtherCAT-Feldbus betreffen. Starten Sie das FCT und erzeugen Sie ein neues Projekt. Sollten auf Ihrem Rechner ältere Versionen des CMMP-AS vorhanden sein, achten Sie bitte darauf, dass Sie für das neue Projekt die Version V 1.2.0 auswählen!

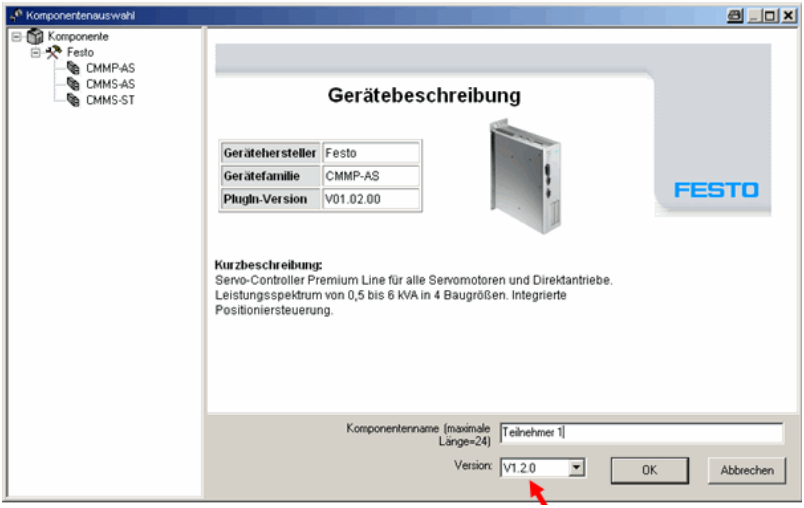

Bild 6/1: FCT 1

Wählen sie auf der Seite ”Konfiguration” bei Optionsschacht 2 das ”CAMC-EC: EtherCAT” aus.

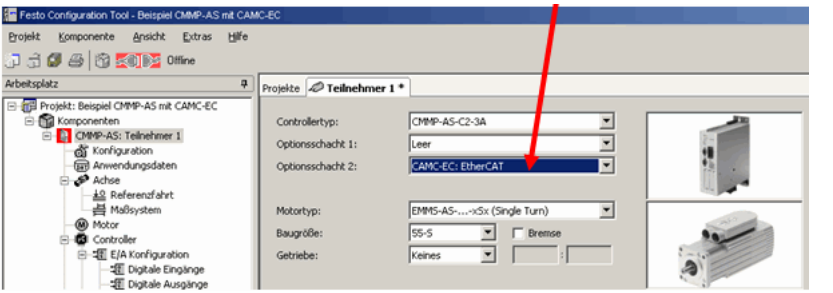

Bild 6/2: FCT 2

Auf der Seite ”Anwendungsdaten” ist automatisch die Steuerschnittstelle EtherCAT ausgewählt und kann auch nicht verändert werden.

Auf der Seite ”Feldbus” kann man das gewünschte Datenprofil einstellen (CANopen DS402 oder Festo FHPP). In dem zweiten Reiter der Feldbus-Seite kann man außerdem die “Factor Group” aktivieren. Dadurch werden die Positions-, Geschwindigkeits- und Beschleunigungswerte in normale Einheiten umgerechnet. Wird diese Option nicht aktiviert, werden alle Werte in Inkrementen angegeben bzw. ausgelesen.

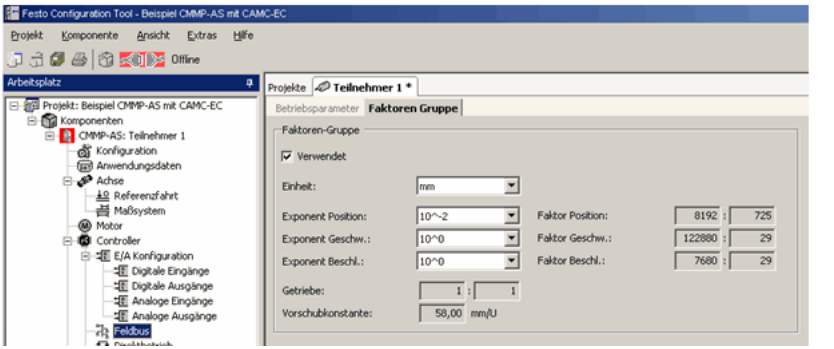

Bild 6/3: FCT 3

Wenn alle für die Anwendung notwendigen Parameter eingestellt sind, führen Sie einen Download durch. Dadurch werden die Daten vom FCT in den CMMP-AS übertragen. Danach führen Sie ein "Sichern" aus, um die eben übertragenen Daten dauerhaft im Gerät zu speichern. Unterbrechen Sie dann die Spannungsversorgung der Logikeinheit (24V) und schalten Sie dann wieder ein, um einen Reboot durchzuführen.

6.5 Konfiguration an einer Beckhoff-SPS

Dieser Punkt beschreibt nur die hardwareseitige Anbindung des CMMP an die Beckhoff-SPS. D.h. bevor alle diese Schritte durchlaufen werden, muss bereits ein Anwendungsprogramm mit ”TwinCAT PLC Control” erstellt worden sein.

Bevor Sie nun starten, kopieren Sie die XML-Gerätebeschreibungsdatei (Festo_CMMP-AS_Vx.xml) in den Installationsordner der TwinCAT-Software. Dieser ist üblicherweise ”C:\TwinCAT\Io\EtherCAT\”.

Starten Sie nun den TwinCAT-System-Manager und erstellen Sie eine neue Konfiguration. Drücken Sie unter SYSTEM-Konfiguration auf den Button ”Zielsystem wählen”, um die SPS auszuwählen, die den EtherCAT-Master darstellt.

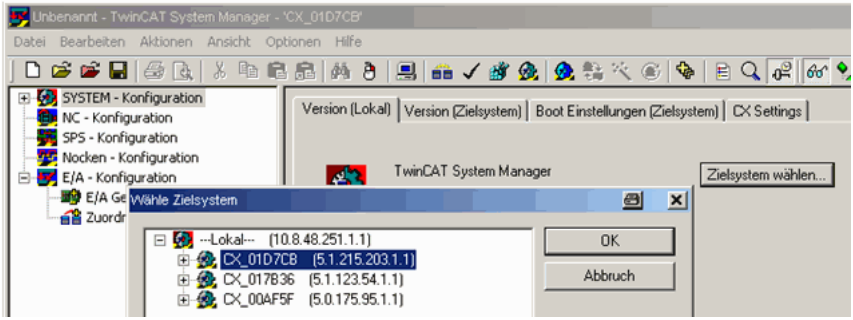

Bild 6/4: TwinCAT 1

Rechtsklicken Sie dann auf den Punkt ”SPS-Konfiguration”, um das Anwendungsprogramm einzulesen.

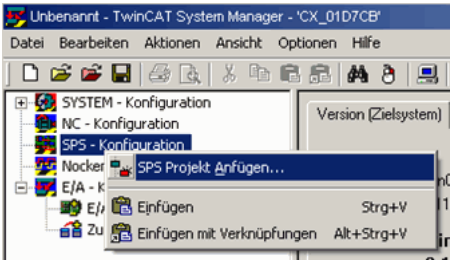

Bild 6/5: TwinCAT 2

Starten Sie die SPS nun im Konfig-Modus.

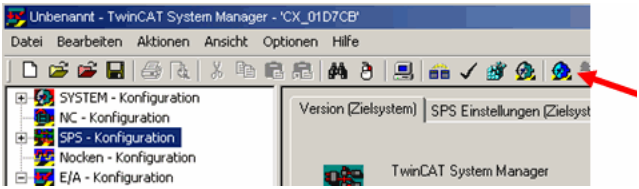

Bild 6/6: Konfig-Modus 1

Wenn die SPS im Konfig-Modus gestartet ist, rechtsklicken Sie auf E/A-Geräte, um alle an der SPS angeschlossenen Geräte (z.B. Feldbusmaster) suchen zu lassen.

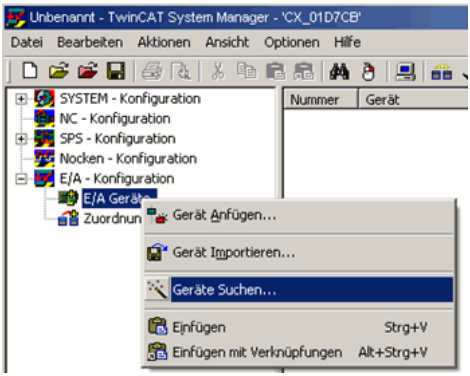

Bild 6/7: Konfig-Modus 2

Nach Abschluss des Scans erscheint ein Übersichtsfenster aller gefundenen Geräte.

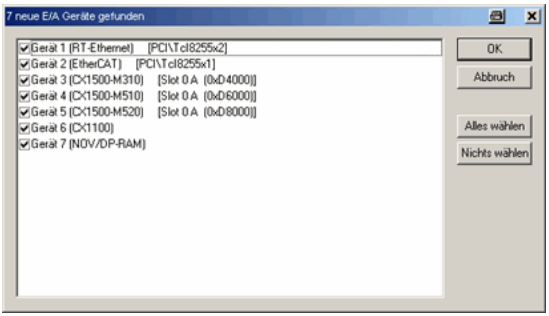

Bild 6/8: Übersicht der gefundenen Geräte

Der nächste Dialog fragt, ob nach Teilnehmern gesucht werden soll, die an den zuvor gefundenen Geräten angeschlossen sind. Hier bestätigen Sie mit ja und dann sollten unter dem Gerät ”EtherCAT” der/die angeschlossenen CMMP-AS auftauchen.

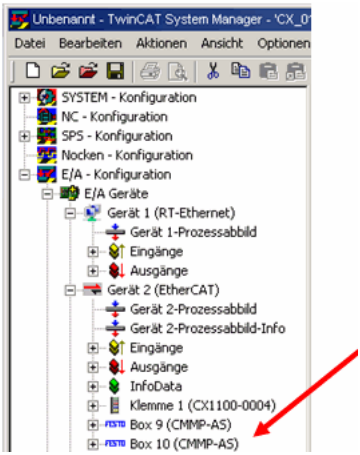

Bild 6/9: CMMP-AS unter EtherCAT

6.5.1 Konfiguration der Prozessdaten

Festo FHPP

Wählen Sie in der Liste den CMMP-AS aus, der über das FHPP-Profil betrieben werden soll und gehen Sie auf den Reiter ”Prozessdaten”.

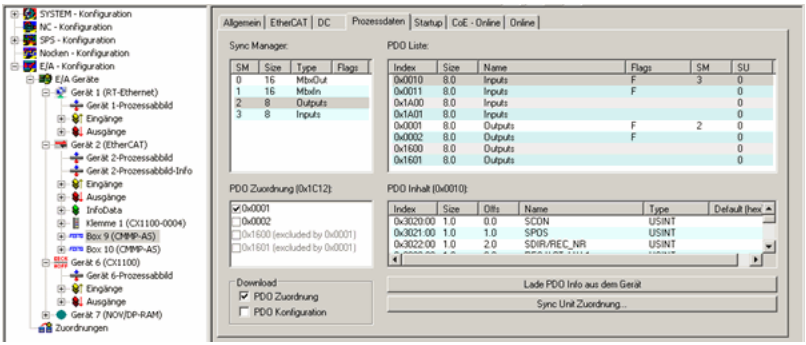

Bild 6/10: Prozessdaten

In den Defaulteinstellungen der XML-Gerätebeschreibungsdatei ist das Modul 0x0001 in der PDO-Zuordnung für den Output-Kanal und das Modul 0x0010 in der PDO-Zuordnung für den Input-Kanal des Sync-Managers aktiviert. Diese Module (0x0001 und 0x0010) ermöglichen den Betrieb des CMMP-AS über FHPP.

Möchten Sie zusätzlich den FPC (Festo Parameter Channel) nutzen, um für den späteren Betrieb weitere Parameter verstellen zu können, müssen sie zusätzlich das Modul 0x0002 im Output-Kanal und Modul 0x0010 im Input-Kanal des Sync-Managers aktivieren.

Belassen Sie die Einstellungen im Feld ”Download” so wie sie sind (PDO-Zuordnung aktiviert, PDO-Konfiguration deaktiviert).

Verknüpfen Sie anschließend die nun aktivierten Variablen mit den Variablen aus dem zuvor eingebundenen SPS-Programm.

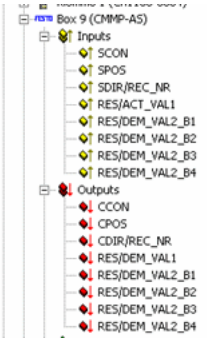

Bild 6/11: Variablenzuordnung

CANopen DS402

Wählen Sie in der Liste den CMMP-AS aus, der über das CANopen-DS402-Profil betrieben werden soll und gehen Sie auf den Reiter ”Prozessdaten”.

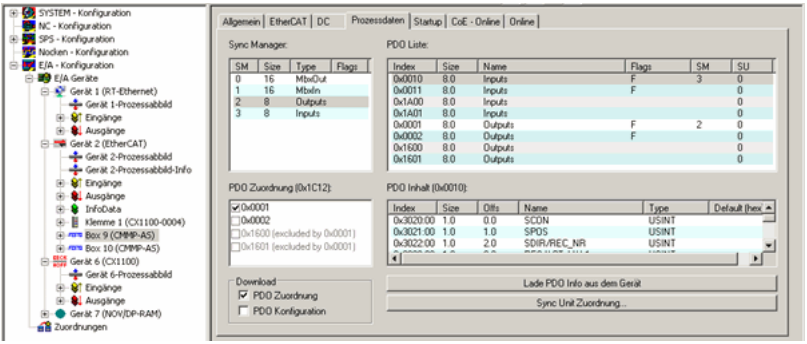

Bild 6/12: Prozessdaten

Da in den Defaulteinstellungen der XML-Gerätebeschreibungsdatei automatisch die Module für FHPP aktiviert sind, müssen Sie nun Änderungen in der PDO-Zuordnung durchführen, um die Module für den DS402-Betrieb freizuschalten.

Dazu deaktivieren Sie das Modul 0x0001 in der PDO-Zuordnung des Output-Kanals und das Modul 0x0010 im Input-Kanal des Sync-Managers.

Nun können die Module 0x1600 und 0x1601 für den Output-Kanal sowie die Module 0x1A00 und 0x1A01 für den Input-Kanal aktiviert werden. Die Module für FHPP werden damit gesperrt um eine Dateninkonsistenz zu verhindern.

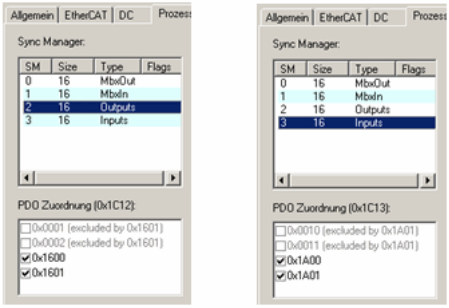

Bild 6/13: PDO-Zuordnung 1

Zusätzlich ist es unbedingt erforderlich, dass Sie die Einstellungen im Feld ”Download” ändern, damit der automatische Download der PDO-Daten durchgeführt wird (PDO-Zuordnung aktiviert, PDO-Konfiguration aktiviert).

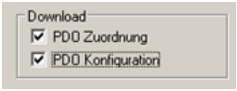

Bild 6/14: PDO-Zuordnung 2

Verknüpfen Sie anschließend die nun aktivierten Variablen mit den Variablen aus dem zuvor eingebundenen SPS-Programm.

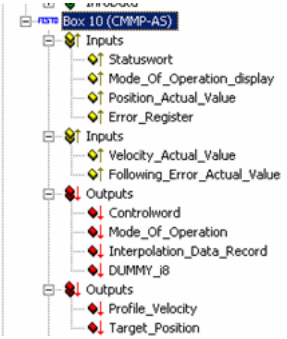

Bild 6/15: Variablenzuordnung

Servicefunktionen und Störungsmeldungen

Kapitel 7

7. Servicefunktionen und Störungsmeldungen 7-1

7.1 Betriebsart- und Störungsmeldungen 7-3

7.1.1 Fehlermeldungen 7-3

7.1 Betriebsart- und Störungsmeldungen

7.1.1 Fehlermeldungen

Wenn ein Fehler auftritt, zeigt der Motorcontroller CMMP-AS eine Fehlermeldung in der Parametriersoftware an.

Näheres zu anderen Fehlermeldungen finden Sie im Benutzerhandbuch.

In der folgenden Tabelle sind die spezifischen EtherCAT-Fehlermeldungen zusammengefasst:

Fehlermeldung	Bedeutung	Maßnahmen
62-0	EtherCAT - Allgemeiner Busfehler	Den EtherCAT-Master einschalten. Die Verkabelung überprüfen.
62-1	EtherCAT - ESC-Chip nicht erkannt	Fehler der Hardware: Kontakt zum technischen Support aufnehmen.
62-2	EtherCAT-Protokollfehler, kein CoE	Falsches Protokoll. EtherCAT-Bus-Verkabelung gestört.
62-3	EtherCAT-Protokollfehler, RPDO SM2 Länge nicht in Ordnung	Prüfen Sie die RPDO-Konfiguration des CMMP und der Steuerung
62-4	EtherCAT-Protokollfehler, TPDO SM3 Länge nicht in Ordnung	Prüfen Sie die TPDO-Konfiguration des CMMP und der Steuerung.
62-5	EtherCAT - Synchrone Übertragung nicht in Ordnung	Prüfen Sie die Konfiguration des Masters. Die Synchrone Übertragung ist nicht stabil.
63-0	Kein EtherCAT-ESC20-Chip vorhanden	Fehler der Hardware: Bitte nehmen Sie Kontakt zum technischen Support auf.
63-1	Fehlerhafte Daten auf dem EtherCAT-Bus	Verkabelung überprüfen.

Fehlermeldung	Bedeutung	Maßnahmen
63-2	TPDO-Daten wurden nicht gelesen	Die Daten werden schneller gesendet als der Motorcontroller sie verarbeiten kann. Reduzieren Sie die Zykluszeit auf dem EtherCAT-Bus.
63-3	Beim Starten des EtherCAT wurde kein Hardware-SYNC (Distributed Clocks) gefunden. Die Firmware synchronisiert sich nun auf den EtherCAT-Frame.	Ggf. prüfen, ob der Master das Merkmal “Distributed Clocks” unterstützt. Andernfalls: Sicherstellen, dass die EtherCAT-Frames nicht durch andere Frames gestört werden, falls der “interpolated position mode” verwendet werden soll.

Tab. 7/1: Fehlermeldungen

Technischer Anhang

Anhang A

A. Technischer Anhang A-1

A.1 Technische Daten A-3

A.1 Technische Daten

Bereich	Werte
Lagertemperaturbereich	-25 °C bis +75°C
Betriebstemperaturbereich	0°C bis 50°C
Luftfeuchtigkeit	0 ... 90%, nicht betauend
Aufstellhöhe	bis 1000 m über NN
Außenabmessungen (LxBxH)	ca. 92 x 65 x 19 mm
Gewicht	ca. 55 g
Steckplatz	Nur Optionsschacht Ext2
EtherCAT-Interface, Signalpegel	0 ... 2,5 VDC
EtherCAT-Interface, Differenzspannung	1,9 ... 2,1 VDC